

УДК 616.31-001.45-002:612392.64  
DOI <https://doi.org/10.35220/2523-420X/2024.2.7>

**Т.О. Кучеренко,**

PhD, асистент кафедри хірургічної стоматології,  
виконувач обов'язків завідувача  
кафедри імплантології та пародонтології,  
Дніпровський державний медичний університет,  
вул. Вернадського, 9, м. Дніпро, Україна, індекс 49044,  
[taraskomer@gmail.com](mailto:taraskomer@gmail.com)

**Ж.М. Неханевич,**

PhD, асистент кафедри хірургічної стоматології,  
імплантології та пародонтології,  
Дніпровський державний медичний університет,  
вул. Вернадського, 9, м. Дніпро, Україна, індекс 49044,  
[Nekhanevichzh@gmail.com](mailto:Nekhanevichzh@gmail.com)

**Я.О. Юнкін,**

кандидат медичних наук, асистент кафедри хірургічної  
стоматології, імплантології та пародонтології,  
Дніпровський державний медичний університет,  
вул. Вернадського, 9, м. Дніпро, Україна, індекс 49044,  
[yunkin.yaroslav.1978@gmail.com](mailto:yunkin.yaroslav.1978@gmail.com)

## ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ФОТОДИНАМІЧНОЇ ТЕРАПІЇ В ПРОФІЛАКТИЦІ ТА ЛІКУВАННІ ПОСТТРАВМАТИЧНОГО ОСТЕОМІЄЛІТУ У ХВОРИХ З ВОГНЕПАЛЬНИМИ ПЕРЕЛОМАМИ ЩЕЛЕП

**Мета дослідження.** Вивчення клінічних, антибактеріальних та імунологічних ефектів фотодинамічної терапії у хворих з вогнепальними переломами щелепи під час профілактики та лікування посттравматичного остеомієліту. **Методи дослідження.** 54 пацієнти (військовослужбовці та цивільні), з вогнепальними переломами щелеп були розділені на дві групи. Використання фотодинамічної терапії двома методиками в поєднанні з антибіотикотерапією у хворих другої групи забезпечує значний бактерицидний ефект та покращує стан місцевого імунітету. **Результати дослідження та їх обговорення.** Клінічні дослідження, що були проведені нами на початку лікування не виявили відмінностей проявів симптоматики переломів щелеп у хворих I та II груп та відповідала приблизно одному рівню. При репозиції було досягнуто точного зіставлення уламків та їх надійної фіксації у всіх постраждалих I та II груп. В обох групах відзначалася позитивна клінічна динаміка в найближчий час після репозиції уламків. При клінічному обстеженні через 1 місяць після лікування у більшості хворих I групи консолідація уламків нижньої щелепи була повноцінною. До цього часу лише у трьох випадках нами був зареєстрований 4 випадки посттравматичного остеомієліту (16%) на 10 добу, кісткова мозоль не пальпувалась у 20 випадках (80%) і лише у 3 (12%) пацієнтів консолідація протікала з вираженням її

утворенням. **Наукова новизна.** Вперше обґрунтовано ефективність використання комбінації фотодинамічної терапії та традиційних антибактеріальних препаратів у хворих з вогнепальними переломами щелеп. **Висновки.** Використання фотодинамічної терапії у профілактиці та комплексному лікуванні вогнепальних переломів щелеп знижує ризик розвитку гнійно-запального процесу в зоні порушення цілісності кісткової тканини у хворих зі зниженою місцевою імунологічною реактивністю, забезпечує бактерицидний ефект та покращує стан місцевого імунітету, тим самим впливаючи на пускові ланки патогенезу гнійно-запального процесу.

**Ключові слова:** перелом щелепи, посттравматичний остеомієліт, фотодинамічна терапія.

**Т.О. Kucherenko,**

PhD, Assistant at the Department of Surgical Dentistry,  
Implantology and Periodontics,  
Dnipro State Medical University,  
9 Volodymyr Vernadsky street, Dnipro, Ukraine,  
postal code 49044, [taraskomer@gmail.com](mailto:taraskomer@gmail.com)

**Zh.M. Nekhanevych,**

PhD, Assistant at the Department of Surgical Dentistry,  
Implantology and Periodontology,  
Dnipro State Medical University,  
9 Volodymyr Vernadsky street, Dnipro, Ukraine,  
postal code 49044, [Nekhanevichzh@gmail.com](mailto:Nekhanevichzh@gmail.com)

**Y.O. Yunkin,**

PhD, Assistant at the Department of Surgical Dentistry,  
Implantology and Periodontology,  
Dnipro State Medical University,  
9 Volodymyr Vernadsky street, Dnipro, Ukraine, postal code  
49044, [yunkin.yaroslav.1978@gmail.com](mailto:yunkin.yaroslav.1978@gmail.com)

## EFFECTIVENESS OF PHOTODYNAMIC THERAPY IN THE PREVENTION AND TREATMENT OF POSTTRAUMATIC OSTEOMYELITIS IN PATIENTS WITH GUNSHOT FRACTURES OF THE JAWS

**Purpose of the study.** To study the clinical, antibacterial and immunological effects of photodynamic therapy in patients with gunshot fractures of the jaw during the prevention and treatment of posttraumatic osteomyelitis. **Research methods.** 54 patients (military and civilian) with gunshot fractures of the jaws were divided into two groups. The use of photodynamic therapy by two methods in combination with antibiotic therapy in patients of the second group provides a significant bactericidal effect and improves the state of local immunity. **Research results and their discussion.** Clinical studies conducted by us at the beginning of treatment did not reveal any differences in the manifestations of symptoms of jaw fractures in patients of groups I and II and corresponded to approximately the same level. During reposition, an accurate comparison of fragments and their reliable fixation was achieved in all

victims of groups I and II. In both groups, positive clinical dynamics were observed in the near future after the reposition of fragments. During a clinical examination, 1 month after treatment, in most patients of Group I, the consolidation of lower jaw fragments was complete. So far, only in three cases, we have registered 4 cases of post-traumatic osteomyelitis (16%) on Day 10, callus was not palpated in 20 cases (80%), and only in 3 (12%) patients, consolidation occurred with its pronounced formation. **Scientific novelty.** For the first time, the effectiveness of the combination of photodynamic therapy and traditional antibacterial drugs in patients with gunshot fractures of the jaw was substantiated. **Conclusions.** The use of photodynamic therapy in the prevention and complex treatment of gunshot fractures of the jaws reduces the risk of developing purulent inflammation in the area of bone integrity disruption in patients with reduced local immunological reactivity, provides a bactericidal effect and improves the state of local immunity, thereby affecting the triggering links in the pathogenesis of purulent inflammation.

**Key words:** jaw fracture, posttraumatic osteomyelitis, photodynamic therapy.

**Постановка проблеми.** У структурі захворювань щелепно-лицьової області інфекційно-запальні ускладнення переломів щелеп займали одне з перших місць, а з початком повномасштабного вторгнення країни-агресора їх кількість збільшилась суттєво, нерідко погіршуючись розвитком гнійного процесу що надалі призводило до хронічного остеомієліту. Відомо, що частота виникнення посттравматичного остеомієліту коливалася в межах 5-15% у хворих з переломами щелеп не маючи тенденції до зниження, відсоток ускладнень при вогнепальних переломах навіть більший від 3,2–21%, що обумовлено зниженням місцевого та загального імунітету та незадовільним станом гігієни порожнини рота у військовослужбовців та цивільних у зоні бойових дій [1, с. 3; 2, с. 3; 3, с. 3].

Добре відомо та неодноразово доведено, що розвиток посттравматичного остеомієліту пов'язаний з широким комплексом взаємозалежних факторів: з проникненням у ділянку перелому умовно-патогенної та патогенної мікрофлори, з порушеннями місцевого та системного імунітету [4, с. 3; 5, с. 3; 6, с. 3].

З високим ступенем достовірності відомо, що посттравматичний остеомієліт виникає при впливі на рановий процес умовно-патогенної та патогенної мікрофлори, що знаходиться в одонтогенних осередках інфекцій [7, с. 3; 8, с. 3].

Бойові дії, що викликають хронічний стрес, неповноцінна гігієна, одноманітна їжа, непридатні умови життя сприяють збільшенню осіб (військовослужбовців та цивільних) з імунодефі-

цитом, внаслідок чого на перший план серед збудників остеомієліту можуть виходити представники резидентної мікрофлори [9, с. 4; 10, с. 4].

У рамках проблеми запальних ускладнень склад мікрофлори у хворих з переломами нижньої щелепи (вогнепальних так невогнепальних) та роль у розвитку посттравматичного остеомієліту вивчено достатньо повно. Однак, на даний час, усунення переважаючих етіотропних мікроорганізмів хронічного остеомієліту залишається досить складним питанням у зв'язку з неоднорідністю підходів до вибору антимікробних препаратів, добових та курсових доз антибіотиків, методів введення та критеріїв їх ефективності.

У великій кількості досліджень доведено, що більшість сучасних антибактеріальних препаратів мають виражену імунодепресивну дію, яка проявляється не тільки в порушенні імунних механізмів репаративного остеогенезу, а також у розвитку посттравматичних запальних ускладнень, ініційованих умовно-патогенними мікроорганізмами з грибами роду *Candida* на фоні зниження місцевої імунологічної реактивності. На думку багатьох авторів з цього випливає, що нераціональна антибіотикотерапія тільки сприяє виникненню резистентних штамів мікроорганізмів та підвищенню сенсibiliзації організму.

Доведено, що доповнення традиційної терапії застосуванням альтернативних антимікробних терапевтичних заходів з використанням системи HELBO (HELBO Photodynamic Systems) пришвидшує елімінацію анаеробної умовно-патогенної мікрофлори, але на даний час не використовувалась у профілактиці та лікуванні ускладнень вогнепальних переломів. Терапевтичний ефект фотодинамічної терапії базується на маркуванні стінки бактерії світлоочисними молекулами барвника фотосинтези, які в подальшому активуються світлом лазера і передають свою енергію на локальний кисень, у результаті чого утворюється синглетний кисень, що руйнує понад 99% анаеробних бактерій [11, с. 5; 12, с. 5].

**Мета дослідження.** Вивчення клінічних, антибактеріальних та імунологічних ефектів фотодинамічної терапії у хворих з вогнепальними переломами щелепи під час профілактики та лікування посттравматичного остеомієліту щелеп.

**Матеріали та методи дослідження.** Об'єктом нашого дослідження були 54 пацієнти (військовослужбовці та цивільні), у яких було діагностовано вогнепальні переломи щелеп. Переважна частина були чоловіки 49 (90,1%) та 5 (9,9%) жінки. Середній вік склав 38 років.

У всіх пацієнтів діагностували поодинокі ушкодження верхньої та нижньої щелепи.

Лікування постраждалих проводили згідно з загальноприйнятими українськими стандартами та локальними протоколами надання допомоги хворим з травматичними ушкодженнями нижньої щелепи. Репозицію та фіксацію уламків здійснювали методом двощелепного шинування чи (або) остеосинтезу кісток щелепи. Всім хворим проводилося стандартне клінічне та рентгенографічне обстеження [13, с. 5].

Діагноз встановлювався на підставі клініко-рентгенологічних критеріїв. Лабораторні дослідження проводили до, на 10 добу та через 1 місяць після репозиції.

Контрольну групу склали 19 практично здорових осіб-добровольців віком від 28 до 38 років (середній вік 32 роки, з них 84,2% чоловіків та 15,8% жінок, у яких не було виявлено клінічних ознак гострих або хронічних захворювань будь-якої природи, а також патології зубів та пародонту).

Пацієнти та особи контрольної групи в умовах лабораторії обстежувалися за єдиним планом, який передбачав відповідно до мети роботи проведення:

- 1) дослідження вмісту цитокінів ІЛ – 1 $\beta$ , ФНП –  $\alpha$  та ІЛ – 4 у сироватці крові;
- 2) визначення рівня ІgA, ІgM, ІgG в сироватці крові.

Забір ротової рідини та периферичної крові з ліктьової вени проводили між 8-9 годинами ранку, натщесерце. У весь час дослідження обладнання, методи і реагенти, що використовуються, не змінювалися.

Вміст цитокінів (ІЛ – 1 $\beta$ , ФНП –  $\alpha$  та ІЛ – 4) у сироватці крові визначався методом твердо-фазного імуноферментного аналізу (ELISA) використовуючи відповідні набори реагентів та автоматичний аналізатор Lab Line-90 (Austria). Забір біологічного матеріалу здійснювали зранку, натщесерце, із попередньою заборною чищення зубів або медикаментозної обробки порожнини рота протягом 12 годин; результати були виражені у пкг/мл.

Визначення концентрацій імуноглобулінів класу sIgA, ІgM, ІgG у ротовій рідині також здійснювалось методом твердофазного ІФА з використанням відповідних реагентів та аналізатору Lab Line-90 (Austria).

На підставі лабораторних досліджень, більш ніж у половини (53,7% випадків) хворих з ушкодженнями нижньої щелепи було виявлено депресію місцевого та загального імунологічного статусу; у 46,3% пацієнтів не встановлено вихідних суттєвих порушень системного імунітету.

З огляду на це пацієнти з вогнепальними переломами щелеп були поділені на групи: до І групи (25 чол.) – без проявів імунодефіциту, до ІІ групи (29 чол.) включалися пацієнти зі зрушеннями показників імунологічної реактивності.

Пацієнтів І групи отримували медикаментозне лікування у дозуваннях згідно з вагою. До схеми лікування увійшов антибактеріальний препарат остеотропної дії (лінкоміцину гідрохлорид: 30% – 2 мл 3 рази на добу внутрішньом'язово, № 7).

У ІІ групі лікувальний комплекс передбачав використання фотодинамічної терапії додатково до традиційних антибактеріальних препаратів.

В обох клінічних групах до обов'язкового комплексу післяопераційних заходів входило: призначення гіпосенсибілізуючого препарату (діазолін 0,1 г 2 рази на добу) – 14 діб, знеболювального (анальгін 50% – 1 мл 1-2 рази на добу) – 5-7 діб, туалет порожнини рота з іригаціями розчином хлоргексидину біглюканату 0,05% – 7 діб.

Фотодинамічну терапію здійснювали двома способами: при відкритій методиці вздовж лінії перелому з язичної та вестибулярної сторін через тупу канюлю вводили фотосинтезу та впливали лазером за допомогою стерильних одноразових світловодів. Час дії фотосенсибілізатора та експозиції лазера визначалися хронометром системи HELBO. Барвник наносили на 3 хвилини, після чого залишок фотосентитазу змивали ізотонічним розчином натрію хлориду, для безперешкодної активації лазером. Опромінення проводили протягом 3 хвилин. Курс терапії складався з 3 процедур, які проводили перед і на 2 та 3 добу після шинування чи остеосинтезу.

Для закритої методики нами був використаний широкий світловод, дотримуючись основних етапів та тимчасових інтервалів відкритої методики. Курс терапії складався з 4-5 процедур.

Визначення специфічних бактеріологічних збудників із щілини перелому проводилося методом ДНК-діагностики полімеразної ланцюгової реакції (ПЛР) з подальшою зворотною ДНК гібридизацією.

Результати піддавалися статистичній обробці на персональному комп'ютері з використанням пакета прикладних програм «STATISTICA» (6.1, номер AGAR909E415822FA). Нами був використаний точний двосторонній метод Ст'юдента-Фішера для оцінки рівня достовірності відмінностей отриманих результатів; рівень довіри щонайменше 95 є загально визнаним для біологічних і медичних досліджень ( $p < 0,05$ ). Кількісні дані представлені як середня арифметична ( $M$ ) і стандартна похибка середньої ( $m$ ). Якісні дані

представлені у вигляді відсотків. Нормальність розподілу визначали за допомогою методу Шапіро-Уїлко, за результатами якого встановили, що дані розподілу симетричні. Достовірність відмінностей відносних показників оцінювали за критерієм Хі-квадрат Пірсона ( $\chi^2$ ). Відмінності вважали статистично значимими при  $p < 0,05$  [14, с. 7].

Дослідження виконані згідно з планом НДР кафедри хірургічної стоматології, імплантології та пародонтології «Розробка хірургічних методів лікування та реабілітації у хворих на запально-деструктивні захворювання та травматичні uszkodження щелепно-лицевої області» (державна реєстрація 012U109664).

#### **Результати дослідження та їх обговорення.**

Клінічні дослідження, що були проведені нами на початку лікування не виявили відмінностей проявів симптоматики переломів щелеп у хворих I та II груп та відповідала приблизно одному рівню.

При репозиції було досягнуто точного зіставлення уламків та їх надійної фіксації у всіх постраждалих I та II груп. В обох групах відзначалася позитивна клінічна динаміка в найближчий час після репозиції уламків.

При клінічному обстеженні через 1 місяць після лікування у більшості хворих I групи консолідація уламків нижньої щелепи була повноцінною. До цього часу лише у трьох випадках нами був зареєстрований 4 випадки посттравматичного остеомієліту (16%) на 10 добу, кісткова мозоль не пальпувалася у 20 випадках (80%) і лише у 3 (12%) пацієнтів консолідація протікала з вираженням її утворенням.

Примітно, що з хворих I групи показники клітинного імунітету майже нічим не відрізнялися від показників групи контролю (здорових). Одночасно з цим було виявлено суттєве підвищення рівнів вмісту IgA, IgM, IgG, а також ІЛ-1 $\beta$  та ФНП- $\alpha$  у сироватці крові. Виявлені в нашому дослідженні зміни з боку імуноглобулінів основних класів та цитокінів у сироватці крові хворих I групи, на нашу думку, пов'язані з гострими uszkodженнями лицьового скелета та травматичним стресом. Підтвердженням цього є позитивна динаміка в процесі консолідації уламків нижньої щелепи та нормалізація рівнів IgM, IgG, ІЛ-1 $\beta$ , ІЛ-4 та ФНП- $\alpha$  вже на 10 добу після іммобілізації у 88% пацієнтів I групи, що можна розглядати як закономірне явище, оскільки до цього терміну початкова стадія регенерації кісткової тканини зазвичай закінчується дані наведені в табл.1.

До 30-ї доби показники імунного статусу у пацієнтів I групи практично нічим не відрізнялися від таких у здорових, що й забезпечувало, на

нашу думку, повноцінність перебігу регенераторних процесів.

Показників зміни гуморального імунного статусу у хворих II групи мали іншу спрямованість, а виявлені нами розлади в цитокиновій системі виявилися більш вираженими. Вихідні порушення імунітету були пов'язані з підвищенням рівнів IgA та IgM, тоді як IgG майже у половини пацієнтів залишався в нормі, що вказувало на неспроможність гуморального імунітету.

Найбільш виражені відхилення у пацієнтів II групи були з боку цитокинового профілю: підвищення продукції ІЛ-1 $\beta$  та ФНП- $\alpha$  на тлі різкого зниження концентрації ІЛ-4 у сироватці крові. Особливо слід зауважити, що через 10 діб після іммобілізації у 26 (89,6%) пацієнтів II групи виявлено позитивну динаміку рівнів IgA, IgM, IgG, ІЛ-1 $\beta$ , ІЛ-4 та ФНП- $\alpha$ , а у 3 (10,4%) зареєстровано їх погіршення дані наведені в табл. 1. До 30-ї доби показники імунного статусу у пацієнтів II групи демонстрували тенденцію до вираженої позитивної динаміки. Характерно, що у всіх пацієнтів цієї групи консолідація уламків нижньої щелепи була повноцінною. До цього часу в жодному випадку не виявлялася рухливість уламків, у 3 (10,4%) пацієнта були проявлялись запальні явища, кісткова мозоль не пальпувалася в більшості випадків (86,2%), у 5 (27,6%) пацієнтів консолідація протікала з вираженням її утворенням.

Клінічно у чотирьох (16%) хворих I групи та 3(10,4) хворих II групи відзначалося наростання явищ запалення в ділянці перелому нижньої щелепи (виражена асиметрія обличчя, гіперемія слизової оболонки, болючість при пальпації, наявність ексудату зі щілини перелому). У зв'язку з вищевикладеним, у цих трьох пацієнтів додатково було проведено курс HELBO – терапії із закритої методики (4–5 процедур, по 1 раз на день), після чого у 2 (6,9%) пацієнтів сформувалися невеликі рухливі секвестри до 0,2–0,3 см, для видалення яких була потрібна відкрита інструментальна ревізія, в післяопераційному періоді маніпуляції продовжували ще 5 днів (по 1 сеансу на день). У одного пацієнта (2,9%) явища запалення були куповані повністю вже після 3-ї процедури і додаткові оперативні втручання не були потрібні.

За результатами мікробіологічних досліджень у хворих з вогнепальними переломами нижньої щелепи I та II груп, ускладненими посттравматичним остеомієлітом що представлені у табл. 2 видно що використання фотодинамічної терапії у хворих із зниженою імунологічною реактивністю майже не відрізняється від пацієнтів без проявів імунодефіциту.

Таблиця 1

**Показники імунологічного статусу у хворих з переломами щелеп  
з різним перебігом остеогенезу**

Показники імунологічного статусу	Хворі з переломами щелеп						Контрольна група (n=19)
	І група (n=25)			ІІ група (n=29)			
	Терміни спостереження			Терміни спостереження			
	До іммобілізації	Через 10 діб	Через 30 діб	До іммобілізації	Через 10 діб	Через 30 діб	
IgA(г/л)	1,8±0,05*	1,42±0,02	1,42±0,03	1,7±0,03*	0,79±0,03*	1,24±0,03*	1,49±0,02
IgG(г/л)	12,4±0,3*	10,4±0,4	10,1±0,6	11,8±0,5*	10,8±0,3*	11,3±0,5*	10,7±0,3
IgM(г/л)	0,46±0,02*	0,35±0,02	29,5±0,02	1,07±0,05*	0,63±0,05*	0,36±0,03*	0,32±0,02
ІЛ-1β (пг/мл)	84,2±1,2*	26,6±1,5	20,9±1,3	354,8±6,6*	142,2±5,5*	31,5±1,5*	22,5±1,6
ФНП-α (пг/мл)	98,6±1,2*	48,2±1,4	45,7±1,5	104,6±12,2*	68,7±14,6*	52,8±12,3*	47,6±1,2
ІЛ-4 (пг/мл)	61,1±2,3*	61,8±2,4	70,9±3,4*	47,2±1,5*	55,9±1,5*	60,4±1,6*	64,6±2,4

Примітка: \* p, 0<05 – достовірно стосовно даних контрольної групи.

Таблиця 2

**Вплив фотодинамічної терапії на динаміку зміни частоти виявлення  
представників мікробної флори у хворих на посттравматичний остеомієліт**

Вид та рід бактерій	Відношення частот виявлення видів мікроорганізмів			
	Посттравматичний Остеомієліт (пацієнти І групи n=4)		Посттравматичний остеомієліт (пацієнти ІІ групи n=3)	
	До лікування	Після лікування	До лікування	Після лікування
Staphylococcus aureus	4/4	0/4	3/3	0/3
Staphylococcus epidermidis	2/4	0/4	2/3	0/3
Streptococcus viridans	1/4	0/4	2/3	0/3
Peptostreptococcus	1/4	0/4	1/3	0/3
A.Actinomycetemcomitans	2/4	0/4	2/3	0/3
Prevotella intermedia	1/4	0/4	1/3	0/3
Porphyromonas gingivalis	3/4	1/4	3/3	1/3
Bacteroides forsythus	2/4	0/4	2/3	0/3
Fusobacterium necroforum	2/4	0/4	2/3	0/3
Candida albicans	2/4	0/4	2/3	0/3
Enterococcus faecalis	1/4	0/4	1/3	0/3

**Висновки:**

1. У патогенезі посттравматичного остеомієліту при вогнепальних переломах щелеп визначальна роль відводиться характеру мікробіологічної та імунологічної взаємодії. Ризик розвитку гнійно-запального процесу в зоні порушення цілісності кісткової тканини зростає при зниженні місцевої імунологічної реактивності.

2. Використання фотодинамічної терапії у профілактиці та комплексному лікуванні вогнепальних переломів щелеп знижує ризик розвитку гнійно-запального процесу в зоні порушення цілісності кісткової тканини у хворих зі зниженою місцевою імунологічною реактивністю, забезпечує бактерицидний ефект та покращує

стан місцевого імунітету, тим самим впливаючи на пускові ланки патогенезу гнійно-запального процесу.

**Практичні рекомендації:**

1. За даними клінічних, лабораторних та мікробіологічних досліджень рекомендовано використання фотодинамічної терапії у лікуванні та профілактиці посттравматичного остеомієліту вогнепальних поранень кісток щелеп.

2. Для профілактики посттравматичного остеомієліту курсом у 3 процедури до оперативного втручання, на 2 та 3 добу.

3. Для комплексного лікування посттравматичного остеомієліту курсом 4-5 процедур 1 раз на добу.

**Перспективи подальших досліджень:** Наукові дані отримані в результаті використання фотодинамічної терапії у профілактиці та лікуванні посттравматичного остеомієліту у хворих з вогнепальними пораненнями є основою в подальших дослідженнях впливу комплексної терапії у лікуванні інфекційно-гнійних процесів.

### Література:

1. Казмірчук А.П. Організація надання спеціалізованої (високоспеціалізованої) медичної допомоги військовослужбовцям Збройних Сил України (за даними Національного військово-медичного клінічного центру ГВКГ). *Військова медицина України*. 2017. №17(1). С. 24–33.
2. Коваленко В.В. Особливості лікування сучасних бойових ушкоджень щелепно-лицевої ділянки. Лікарська справа. 2017. №12. С. 168–174.
3. Fernández Vecilla D., Oiartzabal Elorriaga U., Urrutikoetxea Gutiérrez M.J., Pérez Ramos I.S., Díaz de Tuesta Del Arco J.L. Jaw osteomyelitis and myositis caused by *Bacteroides pyogenes*. *Anaerobe*. 2023. № 79 . P. 102–670. doi: 10.1016/j.anaerobe.2022.102670.
4. Sasaki H., Furusho H., Rider D.B., Dobeck J.M., Kuo W.P., Fujimura A., Yoganathan S., Hirai K., Xu S., Sasaki K., Stashenko P. Endodontic Infection-induced Inflammation Resembling Osteomyelitis of the Jaws in Toll-like Receptor 2/Interleukin 10 Double-knockout Mice. *J Endod*. 2019. № 45(2). P. 181–188. doi: 10.1016/j.joen.2018.10.007.
5. Бамбуляк А.В., Мурынюк В. В. Гнійно-запальні захворювання щелепно-лицевої ділянки: поширеність, передумови виникнення та пошук шляхів вирішення проблем //The 12 th International scientific and practical conference “Modern research in world science” (February 26-28, 2023) SPC “Sci-conf. com. ua”, Lviv, Ukraine. 2023. 1161 p. 2023. С. 120.
6. Chaudhry H., Henedige A., Patel M. Review of prophylactic prescribing of antibiotics during the management of fractured mandibles. *Surgeon*. 2021. №19(6). P. e519-e525. doi: 10.1016/j.surge.2020.12.009.
7. Stepankiy D., Krushinska T., Kremenchutsckyy G., Turlyun S., Koshevaya I., Val'chuk S., et al. Restoration of laboratory animal's normal microflora with induced dysbiosis. *Reports of Vinnytsia National Medical University*. 2018. № 22 (2). P. 276-9. [https://doi.org/10.31393/reports-vnmedical-2018-22\(2\)-08](https://doi.org/10.31393/reports-vnmedical-2018-22(2)-08)
8. Dym H., Zeidan J. Microbiology of Acute and Chronic Osteomyelitis and Antibiotic Treatment. *Dent Clin North Am*. 2017. Apr;61(2):271-282. doi: 10.1016/j.cden.2016.12.001.
9. Kwiatkowski S., Knap B., Przystupski D., Saczko J., Kędzińska E., Knap-Czop K., Kotlińska J., Michel O., Kotowski K., Kulbacka J. Photodynamic therapy - mechanisms, photosensitizers and combinations. *Biomed Pharmacother*. 2018. № 106. P. 1098-1107. doi: 10.1016/j.biopha.2018.07.049.

10. Chukwulebe S., Hogrefe C. The Diagnosis and Management of Facial Bone Fractures. *Emerg Med Clin North Am*. 2019. №37(1). P. 137–151. doi: 10.1016/j.emc.2018.09.012.

11. Біостатистика: підруч. / В.Ф. Москаленко та ін. Київ : Книга плюс. 2009. 184 с.

12. Zein Eddine S.B., Cooper-Johnson K., Ericksen F., Brookes C.C., Peppard W.J., Revolinski S.L., Carver T.W. Antibiotic Duration and Outcome Complications for Surgical Site Infection Prevention in Traumatic Mandible Fracture. *J Surg Res*. 2020. № 247. P. 524–529. doi: 10.1016/j.jss.2019.09.050.

13. Aukerman W., Hull M., Nannapaneni S., Shayesteh K.. Facial Gunshot Wound: Mandibular Fracture With Internal Fixation and a Pectoralis Myocutaneous Flap Coverage. *Cureus*. 2021. № 13(3). P. e14214. doi: 10.7759/cureus.14214.

14. Антомонов М.Ю. Математичні методи оброблення та моделювання результатів експериментальних досліджень. «Олімпійська література», Київ, 2021. 216 с.

### References:

1. Kazmirchuk, A.P. (2017). Orhanizatsiia nadannia spetsializovanoi (vysokospetsializovanoi) medychnoi dopomohy viiskovosluzhbovtciam Zbroinykh Syl Ukrainy (za danymy Natsionalnoho viiskovo medychnoho klinichnoho tsentru HVKH). [Organization of providing specialized (highly specialized) medical care to military personnel of the Armed Forces of Ukraine (according to the National Military Medical Clinical Center of GVKG)]. *Viiskova medytsyna Ukrainy – Military Medicine of Ukraine*, 17(1), 24–33 [in Ukrainian].
2. Kovalenko, V.V. (2017). (2017). Osoblyvosti likuvannia suchasnykh boiovykh ushkodzhen shchelepno lytsevoi dilianky [Features of treatment of modern combat injuries of the maxillofacial region]. *Likarska sprava – Medical business*, 1, 2:168–174 [in Ukrainian].
3. Fernández, Vecilla, D., Oiartzabal Elorriaga, U., Urrutikoetxea Gutiérrez MJ, Pérez Ramos I.S., & Díaz de Tuesta Del Arco J.L. (2022). Jaw osteomyelitis and myositis caused by *Bacteroides pyogenes*. *Anaerobe*. 2023 Feb;79:102670. doi: 10.1016/j.anaerobe.2022.102–670.
4. Sasaki, H., Furusho, H., Rider D.B, Dobeck, J.M., Kuo W.P., Fujimura, A, Yoganathan, S., Hirai, K., Xu, S., Sasaki, K., & Stashenko, P. (2019). Endodontic Infection-induced Inflammation Resembling Osteomyelitis of the Jaws in Toll-like Receptor 2/Interleukin 10 Double-knockout Mice. *J Endod*, 45(2), 181-188. doi: 10.1016/j.joen.2018.10.007.
5. Bambuliak, A.V., & Muryniuk, V. V. (2023). Hnii-no-zapalni zakhvoriuvannia shchelepno-lytsevoi dilianky: poshyrenist, peredumovy vynyknennia ta poshuk shliakhiv vyrishennia problem [Purulent-inflammatory diseases of the maxillofacial region: prevalence, prerequisites for occurrence and search for ways to solve problems]. //

The 12 th International scientific and practical conference “Modern research in world science”(February 26-28, 2023) SPC “Sci-conf. com. ua”, Lviv, Ukraine. 2023. 1161 p. 2023. S. 120 [in Ukrainian].

6. Chaudhry, H., Henedige, A., & Patel, M. (2020). Review of prophylactic prescribing of antibiotics during the management of fractured mandibles. *Surgeon.*,19(6), e519-e525. doi: 10.1016/j.surge.2020.12.009.

7. Stepanskiy. D., Krushinska. T., Kremenchutsckyy. G., Turlyun. S., Koshevaya. I., Val’chuk. S., & et al. (2018). Restoration of laboratory animal’s normal microflora with induced dysbiosis. Reports of Vinnytsia National Medical University, 22 (2), 276-9. [https://doi.org/10.31393/reports-vnmedical-2018-22\(2\)-08](https://doi.org/10.31393/reports-vnmedical-2018-22(2)-08)

8. Dym, H., & Zeidan, J. (2017). Microbiology of Acute and Chronic Osteomyelitis and Antibiotic Treatment. *Dent Clin North Am.*. 61(2), 271-282. doi: 10.1016/j.cden.2016.12.001.

9. Kwiatkowski, S., Knap, B., Przystupski, D., Saczko, J., Kędzierska, E., Knap-Czop, K., Kotlińska, J., Micheł O., Kotowski, K., & Kulbacka, J. (2018). Photodynamic therapy - mechanisms, photosensitizers and combinations. *Biomed Pharmacother*, 106:1098-1107. doi: 10.1016/j.biopha.2018.07.049.

10. Chukwulebe, S., & Hogrefe, C. (2019). The Diagnosis and Management of Facial Bone Fractures. *Emerg Med Clin North Am.*, 37(1), 137-151. doi: 10.1016/j.emc.2018.09.012.

11. Moskalenko, V.F. & ta in. (2009). *Biostatystyka: pidruch [Biostatistics: textbook]*. Kyiv: Knyha plus. [in Ukrainian].

12. Zein Eddine, S.B., Cooper-Johnson, K., Erickson, F., Brookes, C.C., Peppard, W.J., Revolinski, S.L., & Carver, T.W. (2020). Antibiotic Duration and Outcome Complications for Surgical Site Infection Prevention in Traumatic Mandible Fracture. *J Surg Res.*, 247,524-529. doi: 10.1016/j.jss.2019.09.050.

13. Aukerman, W., Hull, M., Nannapaneni, S., & Shayesteh, K. (2021). Facial Gunshot Wound: Mandibular Fracture With Internal Fixation and a Pectoralis Myocutaneous Flap Coverage. *Cureus*. 2021 Mar 31;13(3):e14214. doi: 10.7759/cureus.14214. PMID: 33948404; PMCID: PMC8087489.

14. Antomonov, M.Iu. (2021). *Matematychni metody obroblyennia ta modeliuvannia rezultativ eksperymentalnykh doslidzhen [Mathematical methods for processing and modeling the results of experimental studies]*. «Olimpiiska literatura», Kyiv 2021. 216 s [in Ukrainian].