

Тел.: 0500161604

E-mail: nekhanevichzh@gmail.com

А – концепція роботи та дизайн, В – збір та аналіз даних, С – відповідальність за статичний аналіз, D – написання статті, Е – критичний огляд, F – остаточне затвердження статті.

Ця стаття розповсюджується на умовах ліцензії **Creative Commons Attribution (CC-BY)**, яка дозволяє не-обмежене використання, поширення та відтворення в будь-якому форматі за умови належного цитування оригінальної роботи © Всі автори, 2026

Стаття надійшла 21.01.2026 року
Стаття прийнята до друку 04.05.2026 року
Опубліковано 27.05.2026 року

DOI 10.29254/2077-4214-2026-2-181-289-295

УДК 616.314-089.843-002

¹Огієнко С. А., ²Аветіков Д. С., ¹Пюрик В. П., ¹Огієнко Т. Ю., ¹Пюрик Я. В.

ВДОСКОНАЛЕННЯ АЛГОРИТМІВ ПРОФІЛАКТИКИ ТА ЛІКУВАННЯ МУКОЗИТІВ ТА ПЕРИІМПЛАНТИТІВ ПІСЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ХІРУРГІЧНОГО ЕТАПУ ДЕНТАЛЬНОЇ ІМПЛАНТАЦІЇ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ БІОСУМІСНИХ АНТИБАКТЕРІАЛЬНИХ ЗАСОБІВ

¹Івано-Франківський національний університет (м. Івано-Франківськ Україна)

²Полтавський державний медичний університет (м. Полтава, Україна)

svit16@ukr.net

Запальні ускладнення (мукозит – до 82%, периімплантит – до 44,5%) призводять до втрати імплантатів у 11% випадків протягом року. Традиційні антисептики та антибіотики часто малоефективні проти біоплівки і мають цитотоксичну дію. Мета дослідження – вдосконалення алгоритмів профілактики та лікування периімплантиту шляхом застосування полівалентного розчину бактеріофагів «Піофаг». Проведено аналіз 250 ретроспективних карт та проспективне дослідження 165 пацієнтів (305 імплантатів). Порівнювали дію «Піофагу» та декаметоксину за допомогою ПЛР, мас-спектрометрії та МТТ-тесту (in vitro). Оцінюючи ефективність, встановлено, що до фагів були чутливими 82,1% мікробних асоціацій (проти 53,4% у антисептика). МТТ-тест показав виживання 81,9% клітин при дії «Піофагу» та лише 7,9% – при дії декаметоксину. Застосування фагів знизило рівень *P. gingivalis* на 94,7%. Превентивне використання зменшило ризик периімплантиту до 0,7% (проти 2,3% у контролі) та пришвидшило купірування запалення на 14,9%. Використання бактеріофагів є таргетним та безпечним методом, що відповідає настановам EFP. «Піофаг» ефективно руйнує матрикс біоплівки, удвічі знижує ризик ускладнень та забезпечує оптимальні умови для регенерації тканин без шкоди для остеобластів.

Ключові слова: дентальна імплантація, мукозит, периімплантит, бактеріофаги, біоплівка.

Зв'язок публікації з плановими науково-дослідними роботами.

Дані дослідження є фрагментом комплексної науково-досліджуваної роботи кафедри хірургічної стоматології ІФНМУ: «Комплексні методи хірургічної підготовки пацієнтів до ортопедичної реабілітації із застосуванням остеопластики та імплантаційних технологій з урахуванням запальних і дистрофічних процесів щелепно-лицевої ділянки» (номер державної реєстрації 0121U113110).

Вступ.

Натепер проблема виникнення ускладнень, зокрема, запального характеру, таких, як периімплантит після проведення хірургічного етапу дентальної імплантації, особливо з негайним навантаженням, залишається в колі не лише медичних, а й медико-соціальних проблем [1]. Це обумовлено особливостями функціонування дентальних імплантатів під дією векторів сил навантаження на вісь, особливо, коли мова йде не про штучні коронки, а ортопедичні конструкції [2, 3]. Клінічні явища, такі як набряк і гіперемія слизової оболонки, можлива кровоточивість ясен не завжди виникають на початковому етапі розвитку запального процесу, що не дає можливості стоматологу почати своєчасне лікування ускладнень, а залу-

чення до запального процесу кісткової тканин, що оточує дентальний імплантат є предиктором стимуляції роботи остеокластів з можливим розвитком, як периімплантиту, так його повної дезінтеграції [3–5].

Масштабні епідеміологічні зрізи демонструють, що запальне ураження м'яких тканин в ділянці функціонуючих дентальних імплантатів фіксується у майже 78,5–82,0% випадків [4, 6]. Водночас деструкція підлеглої альвеолярної кісткової тканини, зокрема, периімплантит – діагностується, за даними різних авторів, у 37,2–44,5% клінічних випадків. Стрімке прогресування цих патологій тісно корелює з низкою факторів, що обтяжують процес: незадовільним рівнем домашнього догляду за порожниною рота, ігноруванням графіків підтримуючої професійної терапії, а також хронічним перевантаженням ортопедичних конструкцій через похибки в біомеханічному плануванні або інші ятрогенні порушення протоколів дентальної імплантації [7–9].

Цілеспрямовані мікробіологічні дослідження підтверджують спільність патогенетичних механізмів локалізованого хронічного пародонтиту та периімплантиту, основою яких є виражений дисбіоз орального мікробіому. Каталізаторами тканинної дегградації виступають переважно облігатні грамнегативні ана-

ероби, здатні до формування високоорганізованих тривимірних біоплівкових конгломератів. Ці мікробні асоціації вирізняються екстремальною здатністю до адгезії на титанових поверхнях, глибокою тканинною інвазією та масованою секрецією факторів вірулентності, зокрема колагеназ, ендотоксинів і гінгіпаїнів [10, 11].

Показник втрати дентальних імплантатів за умов дотримання стандартних протоколів надання стоматологічної допомоги сягає близько 9,8–11,2% випадків протягом 6–12 місяців після навантаження, що переконливо доводить: консервативні методи не здатні забезпечити надійну профілактику та лікування. Рутинні терапевтичні підходи, які спираються на агресивну хімічну антисептику, локальне чи системне призначення антибіотиків, а також апаратні методи (лазеротерапія, озонування), показують доволі обмежену ефективність у довгостроковій перспективі [11–13].

З огляду на це, значну увагу наукової спільноти привертають інноваційні біологічні препарати. Особливий інтерес викликає фармацевтичний засіб «Піофаг» бактеріофаг полівалентний розчин, до складу якого входять специфічні бактеріофаги у концентрації не менше 1×10^5 фагових часток до таких видів мікроорганізмів: *Streptococcus pyogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Proteus vulgaris*, *Proteus mirabilis*. Використання таких речовин є втіленням концепції прецизійної медицини, адже вони цілеспрямовано знищують виключно патогенну флору із забезпеченням збереження коменсальних мікроорганізмів з відсутністю цитотоксичного впливу на клітини людини, що є фундаментом для підтримки локального імунологічного гомеостазу [5, 14, 15].

Мета дослідження.

Вдосконалення протоколів профілактики та лікування періімплантиту шляхом цілеспрямованої елімінації пародонтопатогенів на тлі застосування «Піофагу» бактеріофагу полівалентного розчину.

Об'єкт і методи дослідження.

Ретроспективні дослідження проведено шляхом аналізу медичних карт стоматологічних пацієнтів «Центру стоматології» Івано-Франківського національного медичного університету. Проаналізовано результати лікування після проведення хірургічного етапу дентальної імплантації з подальшою ортопедичною реабілітацією 250 пацієнтів та результати остеоінтеграції 685 встановлених їх дентальних імплантатів. У дослідженні брались за увагу гендерні особливості (взяло участь 135 жінок та 115 чоловіків віком від 40 до 55 років), наявність або відсутність супутньої патології та фактори, які є відносними протипоказаннями до проведення детальної імплантації, особливо з негайним навантаженням, а саме: хронічні запальні процеси тканин пародонту, цукровий діабет в компенсованій стадії, тютюнопаління тощо, тонкий біотип ясен). Особливу увагу відведено аналізу типу протезних конструкцій, таких як знімні ортопедичні конструкції та незнімні з різними типами фіксації.

Клінічні дослідження проводились на базі хірургічного відділення «Центру стоматології» Івано-Франківського національного медичного університету. 165 пацієнтів, яким було встановлено 305 дентальних

імплантатів розділили на 3 клінічних групи. У першу групу для вивчення превентивного напрямку застосування даного препарату ввійшли:

- в основну групу (32 пацієнта, яким встановлено 91 дентальний імплантат): до основних гігієнічних заходів додано щоденні дворазові аплікації розчином даного препарату;

- контрольна група (22 пацієнта, яким встановлено 58 дентальних імплантатів): стандартний догляд без застосування додаткової консервативної терапії (диспансеризація проводилася раз на рік).

Другу групу для з'ясування можливостей препарату щодо консервативної терапії мукозиту також поділено на:

- в основну групу (37 пацієнтів, яким встановлено 49 дентальних імплантатів): після професійного очищення пацієнти проходили активний курс фаготерапії;

- контрольна група (29 пацієнтів, яким встановлено 37 дентальних імплантатів): професійна гігієна доповнювалася 10-денним курсом декаметоксину (розчин 0,2 мг/мл).

Третю групу для з'ясування можливостей препарату щодо хірургічного лікування та консервативної терапії періімплантиту поділено на:

- в основну групу (30 пацієнтів, яким встановлено 41 дентальний імплантат): після глибокого кюретажу пародонтальних кишень та лазерної обробки пацієнти проходили активний курс фаготерапії шляхом введення розчину препарату безпосередньо в кишеню;

- контрольна група (22 пацієнта, яким встановлено 35 дентальних імплантатів): після глибокого кюретажу пародонтальних кишень та лазерної обробки та професійної гігієни пацієнти проходили 10-денний курс декаметоксину (розчин 0,2 мг/мл) шляхом полоскань.

Клінічний результат оцінювався за наступною панеллю індексів: гігієнічним (ІГР-У), Loe-Silness, Мюллемана (кровоточивість), Rassel (ПІ), Parma (ПМА) та Fuch.

Карта мікробіому була досліджена у 116 пацієнтів за допомогою полімеразно-ланцюгової реакції на *Prevotella intermedia*, *Treponema denticola*, *Aggregatibacter actinomycetemcomitans*, *Porphyromonas gingivalis*, *Fusobacterium nucleatum* та технології мас-спектрометрії (Microflex Bruker). Бактерицидна дія in vitro оцінювалася spot-тестом, а чутливість до панелі антибіотиків – диско-дифузійним методом. Цитотоксичність вимірювали за допомогою МТТ-тесту на клітинній культурі карциноми ротової порожнини після експозиції протягом 20 та 65 хвилин.

Для порівняння отриманих результатів із сучасними клінічними протоколами і настановами нами детально проаналізовано Європейської федерації пародонтології, засновані на системі GRADE.

Дослідження проведено з дотриманням основних положень Гельсінської декларації Всесвітньої медичної асоціації про етичні принципи проведення наукових медичних досліджень за участю людини. Усі пацієнти, які брали участь у дослідженні на етапах профілактики та лікування мукозитів і періімплантитів, були детально поінформовані про характер майбутнього лікування, склад антибактеріальних пре-

паратів та дизайн дослідження. Кожним учасником була підписана інформована добровільна згода на участь у дослідженні та обробку персональних даних. Під час проведення хірургічного та терапевтичного етапів імплантації особлива увага приділялася мінімізації больових відчуттів та ризику ускладнень, що відповідає вимогам біоетичного супроводу клінічної практики.

Результати дослідження та їх обговорення.

При аналізі медичних карт стоматологічних пацієнтів нами підтверджено наукові дані щодо розповсюдженості та частоти ускладнень запального характеру після проведення дентальної імплантації (таблиця 1).

Лабораторна ефективність та параметри біосумісності *In vitro* тестування довело беззаперечну перевагу біологічного лікування бактеріофагом. До нього були чутливими 82,1% асоціацій мікроорганізмів, тоді як до декаметоксину – лише 53,4%, а до антибіотиків цефалоспоринового ряду – 62,3%. Це, на нашу думку, пояснюється тим, що ферменти бактеріофагів, зокрема, деполімерази ефективно руйнують полісахаридний бар'єр біоплівки, куди хімічні агенти не проникають.

Показники МТТ-тесту засвідчили високу токсичність антисептиків. Після 65-хвилинного контакту з розчином декаметоксину живими залишилися лише 7,9% еукаріотичних клітин. Натомість експозиція з препаратом «Піофаг» забезпечила виживаність на рівні 81,9%. Це підтверджує, що фаготерапія є оптимальною для збереження пулу як фібробластів, так і остеобластів.

Крім того, бактеріофаги зберігали високу активність навіть у суміші з дексаметоксином. Однак розчини з ефірними оліями або феноксіетанолом інактивували їхню дію, що вимагає рознесення цих засобів у часі під час терапії.

ПЛР-дослідження продемонструвало радикальне очищення кишень від патогенів (таблиця 2).

У випадках вираженого періімплантиту результати фаготерапії вражали ще більше: виявлення

Таблиця 1 – Частота виникнення ускладнень запального характеру після проведення дентальної імплантації

Фактори, що впливають	Вірогідність виникнення мукозиту, у %	Вірогідність виникнення періімплантиту, у %
Гендерна особливість, чоловіки	29,7	8,1
Гендерна особливість, жінки	23,4	6,7
Хронічні запальні процеси тканин пародонту в анамнезі	81,9	23,7
Цукровий діабет в компенсованій стадії в анамнезі	76,7	21,4
Тютюнопаління в анамнезі	36,8	11,3
Тонкій біотип ясен	21,4	6,9
Знімні ортопедичні конструкції:	76,4	21,9
Незнімні ортопедичні конструкції:		
гвинтова фіксація	31,2	11,6
цементна фіксація	28,4	16,4
комбінована фіксація	29,9	13,8

агресивного *P. gingivalis* знизилася на 94,7%, тоді як застосування декаметоксину не вплинуло на цей показник.

Встановлено, що превентивне використання пацієнтами «Піофагу» дозволило майже нівелювати ризик виникнення періімплантиту за 36 місяців (0,7% проти 2,3% у контролі), а частота розвитку мукозиту впала до 4,1% (проти 10,4% у контрольній групі). Усі пародонтальні індекси зафіксовані нами стабільно кращими в середньому на 8,3–39,6% (таблиця 3).

Під час лікування наявного мукозиту фаготерапія прискорила зняття гострого запалення в середньому до 3,1±0,4 доби (на 14,9% швидше порівняно з хлоргексидином). Імовірність прогресування патології до періімплантиту становила 3,9% (тоді як у групі антисептиків – на 54,6% вище). При хірургічному лікуванні періімплантиту рецидиви на тлі застосування фагів траплялися на 57,6% рідше, а стабілізація пародонтальних індексів відбувалася на 14,5–32,7% ефективніше.

Нами підтверджено наукові дані щодо розгляду періімплантиту, як класичної біоплівкової інфекції. Екстрацелюлярний матрикс формує щільний щит, непроникний для декаметоксину та антибіотиків, що пояснює вищу на 64,6% частоту рецидивів у контроль-

Таблиця 2 – Результати лікування мукозиту

Збудник	До терапії бактеріофагом (основна група), у %	Після терапії бактеріофагом, у %	Відсоток зниження (при застосуванні «Піофагу»)	Відсоток зниження (при застосуванні декаметоксину)
<i>A. actinomycetemcomitans</i>	20,9	8,9	57,9	34,7
<i>P. gingivalis</i>	35,7	14,3	61,8	27,9
<i>P. intermedia</i>	24,8	9,1	68,1	25,7
<i>F. nucleatum</i>	29,1	12,1	61,7	39,1
<i>T. denticola</i>	15,2	3,1	81,3	40,8

Таблиця 3 – Результати лікування періімплантиту

Збудник	До терапії бактеріофагом (основна група), у %	Після терапії бактеріофагом, у %	Відсоток зниження (при застосуванні «Піофагу»)	Відсоток зниження (при застосуванні декаметоксину)
<i>A. actinomycetemcomitans</i>	31,2	18,6	61,8	38,2
<i>P. gingivalis</i>	43,7	24,5	67,2	31,4
<i>P. intermedia</i>	34,4	19,3	68,1	28,7
<i>F. nucleatum</i>	39,5	19,8	68,7	41,1
<i>T. denticola</i>	25,7	13,5	83,9	45,3

Таблиця 4 – Порівняльна характеристика застосування препарату «Піофаг» та сучасних світових наукових трендів

Параметр	Ефективність препарату «Піофаг»	Сучасні тренди світової науки
Реакція біоплівки	81,5% чутливості флори, 94,7% пригнічення <i>P. gingivalis</i>	EPS-деполімерази фагів руйнують матрикс, перевершуючи хімічні агенти
Біосумісність	82,3% збереження живих клітин	Визнані безпечними агентами, що стимулюють M2-макрофаги
Роль у протоколі	Ад'ювант після інструментальної санації	ЕFP забороняє антибіотики; фаги є ідеальною раціональною альтернативою
Носій	Розчин для іригацій / аплікацій пародонтальної кишені	3D-гелі є найкращим вектором проти змикання слиною

них групах стандартної терапії. Натомість бактеріофаги виділяють EPS-деполімерази, які гідролізують цей бар'єр. Проникаючи в клітину, вони синтезують ендолізину та холіни, розриваючи бактерію зсередини. При цьому вмикається механізм самореplikації: більша кількість патогенів у кишені забезпечує швидше розмноження фагів. Нами підтверджено високу літичну здатність бактеріофагів щодо *Aggregatibacter actinomycetemcomitans* та *Enterococcus faecalis*.

Різниця в показниках клітинної виживаності (8,5% для хімічних агентів проти 82,3% для біопрепаратів, на наш погляд, має наступне пояснення: бактеріофаги структурно не можуть зв'язуватися з рецепторами клітин людини. Більше того, вони сприяють поляризації макрофагів у протизапальний фенотип M2, стимулюючи тканинну регенерацію. Натомість антисептики пригнічують активність фібробластів.

Нами підтверджено думку Європейської федерації пародонтології, засновані на системі GRADE, яка фундаментально змінила підходи до лікування, а саме: застосування системних антибіотиків отримало сувору негативну рекомендацію через нестабільні клінічні результати. Місцеві антисептики, лазери та фотодинамічна терапія переведені у статус «відкритої рекомендації» або «не пропонуються», оскільки їхня ефективність не доведена належним чином. За таких умов використання бактеріофагів ідеально відповідає вимогам антимікробної раціональності. Сучасні протоколи, що поєднують апаратну очистку дентальних імплантатів із подальшою локальною фототерапією, випереджають актуальні тренди та дизайни клінічних випробувань попереднього року.

Слід також зауважити, що монофаги не працюють проти полімікробної флори. Цю проблему вирішують «мультиштамні коктейлі», а появу бактеріальних мутацій долають за допомогою предиктивного моделювання, в тому числі й штучним інтелектом. Нами підтверджено, що ризик передачі генів вірулентності бактеріям диктує необхідність застосування виключ-

но літичних фагів після їх геномного секвенування, до яких відноситься обраний нами препарат (таблиця 4).

Висновки.

1. Натеper проблема ускладнень запального характеру, зокрема періімплантиту, залишається критичною, а класична антисептика не дає позитивних оптимальних результатів за умов утворення повноцінних біоплівок.

2. Доведено, що сучасні настанови Європейської федерації пародонтології повністю змінили підхід до терапії, виключивши системні антибіотики, що робить біологічні агенти обов'язковою складовою консервативної терапії в післяопераційному періоді.

3. Полівалентні бактеріофаги, зокрема, «Піофаг» забезпечують таргетне знищення найагресивніших пародонтопатогенів завдяки осмотичному лізису, діючи набагато ефективніше за антисептики, навіть декаметоксин.

4. Доведена біосумісність створює ідеальні умови для загоєння ясен та кісткових структур після хірургічного етапу дентальної імплантації.

5. Превентивне використання препарату «Піофаг» удвічі скорочує ризики розвитку ускладнень як у найближчому, так і у віддаленому післяопераційному періоді.

6. Комбінація професійної гігієни з подальшим застосуванням препарату «Піофаг» є найбільш раціональним сучасним алгоритмом лікування запальних процесів в періімплантній зоні. Ця стратегія ідеально відповідає глобальним викликам медицини та стандартам збереження мікробіому.

Перспективи подальших досліджень.

У подальших дослідженнях планується вивчення біохімічних та мікробіологічних показників ефективності застосування персоналізованих протоколів проведення хірургічного етапу дентальної імплантації з негайним навантаженням в осіб, що мають відносні протипоказання до проведення даного оперативного втручання.

Література

- Herrera D, Berglund T, Schwarz F. Prevention and treatment of peri-implant diseases—The EFP S3 level clinical practice guideline. J Clin Periodontol. 2023;50(26):4-76. DOI: <https://doi.org/10.1111/jcpe.13823>
- Wang HL, Avila-Ortiz G, Monje A, Kumar P, Calatrava J, Aghaloo T, et al. AO/AAP consensus on prevention and management of peri-implant diseases and conditions: Summary report. J Periodontol. 2025;96(6):519-541. DOI: <https://doi.org/10.1002/JPER.25-0270>
- West N, Chapple I, Culshaw S. BSP Implementation of prevention and treatment of peri-implant diseases - The EFP S3 level clinical practice guideline. J Dent. 2024;149:104980. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2024.104980>
- Curcio J, Lanzetti J, Crupi A, et al. Efficacy of Xanthan-Based Chlorhexidine Gel in Peri-Implant Mucositis Treatment: A Split-Mouth Randomized Clinical Trial. Clin Implant Dent Relat Res. 2026;28(2):e70137. DOI: <https://doi.org/10.1111/cid.70137>
- Scribante A, Pascadopoli M, Pellegrini M, Lupi MS, Martínez CP, Butera A. Ozonized Hydrogel and Chlorhexidine Gel for Peri-Implant Mucositis: A 24-Month Randomized Controlled Trial. Oral Dis. 2025. DOI: <https://doi.org/10.1111/odi.70120>
- Derks J, Tomasi C. Peri-implant health and disease. A systematic review of current epidemiology. J Clin Periodontol. 2015;42(16):S158-S171. DOI: <https://doi.org/10.1111/jcpe.12334>
- Diaz P, Gonzalo E, Villagra LJG, Miegimolle B, Suarez MJ. What Is the Prevalence of Peri-Implantitis. A Systematic Review and Meta-Analysis. BMC Oral Health. 2022;22(1):449. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12903-022-02493-8>

8. Lee CT, Huang YW, Zhu L, Weltman R. Prevalences of peri-implantitis and peri-implant mucositis: systematic review and meta-analysis. J Dent. 2017;62:1-12. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2017.04.011>
9. Dreyer H, Grischke J, Tiede C. Epidemiology and risk factors of peri-implantitis: A systematic review. J Periodontol Res. 2018;53(5):657-681. DOI: <https://doi.org/10.1111/jre.12562>
10. Costa FO, Takenaka-Martinez S, Cota LOM, Ferreira SD, Silva GLM, Costa JE. Peri-implant disease in subjects with and without preventive maintenance: a 5-year follow-up. J Clin Periodontol. 2012;39(2):173-181. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1600-051X.2011.01819.x>
11. Heitz-Mayfield LJA, Salvi GE. Peri-implant mucositis. J Clin Periodontol. 2018;45(20):S237-S245. DOI: <https://doi.org/10.1111/jcpe.12953>
12. Donos N, Calciolari E, Ghuman MR, Baccini M, Sousa V, Nibali L. The efficacy of bone reconstructive therapies in the management of peri-implantitis. A systematic review and meta-analysis. J Clin Periodontol. 2023;50(26):285-316. DOI: <https://doi.org/10.1111/jcpe.13775>
13. Teughels W, Seyssens L, Christiaens V, Temmerman A, Castro AB, Cosyn J. Adjunctive locally and systemically delivered antimicrobials during surgical treatment of peri-implantitis: A systematic review. Journal of Clinical Periodontology. 2023;50(S26):359-372. DOI: <https://doi.org/10.1111/jcpe.13773>
14. Chapple ILC, Mealey BL, Van Dyke TE, Bartold PM, Dommisch H, Eickholz P, et al. Periodontal health and gingival diseases and conditions on an intact and a reduced periodontium: Consensus report of workgroup 1 of the 2017 World Workshop on the Classification of Periodontal and Peri-Implant Diseases and Conditions. J Periodontol. 2018;89(1):S74-S84. DOI: <https://doi.org/10.1111/jcpe.12940>
15. Zandim-Barcelos DL, Carvalho GG, Sapata VM, Villar CC, Hämmerle CH, Romito GA. Implant-related factor as a possible risk for peri-implantitis. Braz Oral Res. 2019;33(1):e067. DOI: <https://doi.org/10.1590/1807-3107bor-2019.vol33.0067>

ВДОСКОНАЛЕННЯ АЛГОРИТМІВ ПРОФІЛАКТИКИ ТА ЛІКУВАННЯ МУКОЗИТІВ ТА ПЕРІІМПЛАНТИТІВ ПІСЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ХІРУРГІЧНОГО ЕТАПУ ДЕНТАЛЬНОЇ ІМПЛАНТАЦІЇ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ БІОСУМІСНИХ АНТИБАКТЕРІАЛЬНИХ ЗАСОБІВ

Огієнко С. А., Аветіков Д. С., Пюрик В. П., Огієнко Т. Ю., Пюрик Я. В.

Резюме. Запальні ускладнення після дентальної імплантації, особливо за наявності супутньої патології, яка є відносним протипоказанням (мукозит до 82,0%, періімплантит – до 44,5%) залишаються складною проблемою, що призводить до дезінтеграції дентальних імплантатів у 9,8–11,2% випадків протягом першого року. Традиційні протоколи із застосуванням антисептиків та антибіотиків малоєфективні проти патогенних біоплівки і сприяють розвитку антимікробної резистентності. У цьому контексті використання полівалентних бактеріофагів (зокрема препарату «Піофаг») є перспективним вектором прецизійної медицини, що забезпечує таргетне знищення патогенів без цитотоксичної дії на клітини людини.

Мета дослідження: вдосконалення клінічних алгоритмів профілактики та лікування періімплантиту шляхом селективної елімінації пародонтопатогенів за допомогою полівалентного розчину бактеріофагів «Піофаг».

Проведено ретроспективний аналіз медичних карт 250 пацієнтів (685 імплантатів) та проспективне клінічне дослідження 165 пацієнтів яким встановлено 305 дентальних імплантатів. Пацієнтів на проспективному етапі розподілили на основні (застосування «Піофагу») та контрольні (стандартна гігієна або розчин декаметоксину) групи. Стан тканин оцінювали за пародонтальними індексами. Мікробіом досліджували методами ПЛР та мас-спектрометрії. В умовах *in vitro* оцінювали бактерицидну дію та цитотоксичність (МТТ-тест) препаратів. Дані порівнювали із клінічними протоколами та настановами Європейської федерації пародонтології, засновані на системі GRADE.

Ретроспективний аналіз підтвердив високу залежність ускладнень від факторів, що обтяжують оптимальний перебіг процесів остеоінтеграції: наявність в анамнезі пародонтиту зумовлювала розвиток мукозиту у 81,9% та періімплантиту у 23,7% випадків; знімні конструкції корелювали з ускладненнями у 76,4% і 21,9% відповідно. Лабораторне тестування *in vitro* продемонструвало беззаперечну перевагу біологічного підходу: до бактеріофага були чутливими 82,1% мікробних асоціацій, тоді як до декаметоксину – 53,4%, а до цефалоспоринов – 62,3%. Висока ефективність фагів пояснюється здатністю їхніх ферментів розщеплювати екзополісахаридний матрикс біоплівки. Результати МТТ-тесту виявили критичну цитотоксичність хімічного антисептика: після 65 хвилин експозиції з декаметоксином вижило лише 7,9% еукаріотичних клітин, тоді як «Піофаг» забезпечив життєздатність на рівні 81,9%, що є принципово важливим для збереження пулу остеобластів та фібробластів. Дані ПЛР-діагностики засвідчили радикальну ерадикацію патогенів в основних групах: при лікуванні мукозиту виявлення патогенів знизилася на 57,9–81,3% (проти 25,7–40,8% у контролі), а при хірургічному лікуванні періімплантиту виявлення агресивного *P. gingivalis* впало на 94,7% після застосування фагів (застосування декаметоксину на цей показник не вплинуло взагалі). Клінічно доведено, що превентивне застосування препарату майже нівелює ризик періімплантиту протягом 3-х років (зниження до 0,7% проти 2,3% у контролі) та скорочує терміни купірування гострого запалення до 3,1±0,4 доби (на 14,9% швидше, ніж антисептики). Ризик прогресування патології до періімплантиту знижувався на 54,6%, а пародонтальні індекси стабілізувалися в середньому на 14,5–32,7% ефективніше. Ці результати повністю узгоджуються з доктриною EFP, яка суворо не рекомендує системні антибіотики та відносить антисептики до засобів із недоведеною ефективністю.

Проблема запальних ускладнень дентальної імплантації залишається критичною, оскільки класична антибіотикотерапія та використання антисептиків виявляються неспроможними суттєво подолати повноцінні бактеріальні біоплівки. Враховуючи сучасні міжнародні настанови EFP щодо обмеження системної антибіотикотерапії, застосування біологічних агентів стає обов'язковим елементом протоколу. Полівалентний препарат «Піофаг» завдяки осмотичному лізису забезпечує таргетне знищення найагресивніших пародонтопатогенів, демонструючи значно вищу ефективність за декаметоксин. Безпрецедентна біосумісність препарату створює оптимальні умови для регенерації м'яких і кісткових тканин. Превентивне використання бактеріофагів удвічі скорочує ризики післяопераційних ускладнень, а їх комбінація з професійною апаратною гігієною визнана найбільш раціональним терапевтичним алгоритмом, що відповідає глобальним стандартам збереження мікробіому.

Ключові слова: дентальна імплантація, мукозит, периімплантит, бактеріофаги, біоплівка.

IMPROVEMENT OF ALGORITHMS FOR THE PREVENTION AND TREATMENT OF MUCOSITIS AND PERI-IMPLANTITIS AFTER THE SURGICAL STAGE OF DENTAL IMPLANTATION USING BIOSCOMPATIBLE ANTIBACTERIAL AGENTS

Ohienko S. A., Avetikov D. S., Pyuryk V. P., Ohienko T. Yu., Pyuryk Ya. V.

Abstract. Inflammatory complications following dental implantation (peri-implant mucositis up to 82.0%, peri-implantitis up to 44.5%) remain a formidable clinical challenge, leading to the disintegration of dental implants in 9.8–11.2% of cases during the first year of functional loading. Traditional treatment protocols utilizing chemical antiseptics and antibiotics demonstrate limited efficacy against mature pathogenic biofilms and contribute to the global emergence of antimicrobial resistance. In this context, the application of polyvalent bacteriophages (specifically, the «Piophag» preparation) represents a promising vector in precision medicine, ensuring targeted eradication of pathogens without exerting cytotoxic effects on human cells.

The aim of the study is to improve clinical algorithms for the prevention and treatment of peri-implantitis through the selective elimination of periodontopathogens using the polyvalent bacteriophage solution “Piophag”.

A retrospective analysis of the medical records of 250 patients (685 implants) and a prospective clinical study involving 165 patients (305 dental implants) were conducted. In the prospective phase, patients were allocated into main (receiving “Piophag” application) and control (standard oral hygiene or decamethoxine solution) groups. Peri-implant tissue status was evaluated using periodontal indices. The subgingival microbiome was analyzed using polymerase chain reaction (PCR) and mass spectrometry. *In vitro* bactericidal activity and cytotoxicity were assessed via the MTT assay. The findings were evaluated against current clinical practice guidelines established by the European Federation of Periodontology (EFP) based on the GRADE system.

The retrospective analysis confirmed a strong correlation between complication rates and risk factors compromising optimal osseointegration: a history of periodontitis triggered mucositis in 81.9% and peri-implantitis in 23.7% of cases, while removable prostheses correlated with complications in 76.4% and 21.9% of cases, respectively. *In vitro* testing demonstrated the indisputable superiority of the biological approach: 82.1% of the microbial associations exhibited sensitivity to the bacteriophage preparation, compared to only 53.4% to decamethoxine and 62.3% to cephalosporins. The high efficacy of bacteriophages is attributed to the ability of their enzymes to degrade the exopolysaccharide matrix of biofilms. The MTT assay revealed critical cytotoxicity of the chemical antiseptic: following a 65-minute exposure to decamethoxine, eukaryotic cell viability plummeted to 7.9%, whereas “Piophag” maintained cell viability at 81.9%, which is fundamentally important for preserving the osteoblast and fibroblast pool. PCR diagnostics confirmed radical pathogen eradication in the main groups: during mucositis treatment, the detection rate of pathogens decreased by 57.9–81.3% (vs. 25.7–40.8% in the control group). In the surgical management of peri-implantitis, the detection of the highly aggressive *P. gingivalis* dropped by 94.7% following bacteriophage application, whereas decamethoxine showed no effect on this parameter. Clinically, it was proven that the preventive use of the preparation nearly eliminated the risk of peri-implantitis over a 3-year follow-up (0.7% vs. 23% in the control) and accelerated the resolution of acute inflammation to 3,1±0,4 days (14.9% faster than antiseptics). The risk of disease progression to peri-implantitis was reduced by 54.6%, and periodontal indices stabilized 14.5–32.7% more effectively. These outcomes are entirely consistent with the EFP doctrine, which strongly recommends against the use of systemic antibiotics and categorizes local antiseptics as agents with unproven efficacy.

The incidence of inflammatory complications in dental implantology remains a critical issue, as conventional antibiotic and antiseptic therapies are largely incapable of significantly overcoming mature bacterial biofilms. Given the current international EFP guidelines advocating for the restriction of systemic antibiotic use, integrating biological agents into clinical protocols is becoming a mandatory element. Driven by osmotic lysis mechanisms, the polyvalent preparation “Piophag” facilitates the targeted eradication of highly aggressive periodontopathogens, exhibiting significantly higher efficacy than decamethoxine. The unprecedented biocompatibility of this preparation fosters optimal conditions for the regeneration of both soft and bone tissues. The preventive application of bacteriophages halves the risk of postoperative complications, and its combination with professional mechanical plaque removal constitutes a highly rational therapeutic algorithm that aligns with global standards for microbiome preservation.

Key words: dental implantation, peri-implant mucositis, peri-implantitis, bacteriophages, biofilm.

ORCID кожного автора та його внесок до статті:

Ohienko S. A.: <https://orcid.org/0000-0003-0220-8393>^{DB}

Avetikov D. S.: <https://orcid.org/0000-0002-7055-3589>^{DE}

Pyuryk V. P.: <https://orcid.org/0000-0001-6452-4311>^{DF}

Ohienko T. Yu.: <https://orcid.org/0000-0002-9962-9823>^{AB}

Pyuryk Ya. V.: <https://orcid.org/0009-0000-3724-1009>^{DA}

Конфлікт інтересів:

Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

Адреса для кореспонденції

Огієнко Святослав Анатолійович

Івано-Франківський національний медичний університет

Україна, 76000, м. Івано-Франківськ, вул. Галицька 2
Тел.: +380976119197
E-mail: svit16@ukr.net

A – концепція роботи та дизайн, **B** – збір та аналіз даних, **C** – відповідальність за статичний аналіз, **D** – написання статті, **E** – критичний огляд, **F** – остаточне затвердження статті.

Ця стаття розповсюджується на умовах ліцензії **Creative Commons Attribution (CC-BY)**, яка дозволяє не-обмежене використання, поширення та відтворення в будь-якому форматі за умови належного цитування оригінальної роботи © Всі автори, 2026

Стаття надійшла 16.01.2026 року
Стаття прийнята до друку 04.05.2026 року
Опубліковано 27.05.2026 року