

DOI: 10.21802/artm.2025.4.36.33
УДК 616.314.163-08**ВПЛИВ ХІМІЧНИХ ІРИГАНТІВ НА СТАН БІОПЛІВКИ КОРЕНЕВОГО КАНАЛУ ПРИ ЛІКУВАННІ ПЕРІОДОНТИТІВ**

Р.І. Новосядлий, М.М. Рожко

Івано-Франківський національний медичний університет, кафедра стоматології післядипломної освіти, м. Івано-Франківськ, Україна

ORCID ID: 0000-0002-6876-2533, Scopus ID: 57195620855, e-mail: mrozhko@ifnmy.edu.ua

ORCID ID: 0009-0004-3335-6916, e-mail: rnovosiadly@gmail.com

Резюме. Основне завдання нашого дослідження полягає у вивченні впливу хімічних іригантів на стан біоплівки кореневого каналу при лікуванні періодонтитів. Нами було проведено аналіз іригаційних розчинів та їх вплив на патогенні мікроорганізми, які здатні викликати періодонтити. Обстеження проводилося за допомогою біохімічних мікротестів «STAPHYtest16», «STREPTOtest16», «VITEK 2 GP» і «VITEK 2 YST» за допомогою аналізатора «VITEK 2 Compact». Дослідження включало 13 мікроорганізмів, що здатні викликати періодонтити та 11 іригаційних розчинів, що можуть ілімінувати патогенну дію на біоплівку кореневого каналу. Були використані різні концентрації гіпохлориту натрію (5.25 %, 5.25+ extra %, 6 %), малеїнової кислоти 6 %, EDTA 17 %, лимонної кислоти 40 % і хлоргексидин 2 %. Гіпохлорит натрію володіє широким спектром антимікробної дії та ілімінує спорові бактерії, гриби, найпростіші та віруси. Більшість організмів знешкоджуються під час контакту з гіпохлоритом натрію різної концентрації. У процесі лікування кореневого каналу також велику роль відіграє змазаний шар, який містить органічні та неорганічні складові, що затримуються на стінках кореневого каналу, та залишки мікроорганізмів і пульпи. Малеїнова кислота є м'якою органічною кислотою, яка володіє властивістю видалення змазаного шару та демінералізації інтертубулярного дентину. EDTA також має властивості усунення мінерального компоненту, пом'якшує тканини і допомагає очистити отвори дентинних каналців. Проведені мікробіологічні дослідження показали різноманітний вплив іригаційних розчинів на групи різних мікроорганізмів, які здатні викликати періодонтити. Отримані результати дозволяють диференційовано вибирати іригаційні розчини для ілімінації виявлених мікроорганізмів у корневих каналах.

Ключові слова: періодонтит, іригація корневих каналів, біоплівка, гіпохлорит натрію, EDTA, лимонна кислота, малеїнова кислота, хлоргексидин, рентгендіагностика.

Вступ. На сьогодні періодонтит залишається одним із найпоширеніших захворювань у світі. За даними метааналізу, проведеного (C.S. Tiburcio-Machado та C. Michelon) у 2019 році на основі провідних науково-доказових джерел, було встановлено, що апікальний періодонтит виявлено у 52 % дорослого населення. Рівень його поширеності зазвичай варіюється залежно від вікової категорії, наприклад, 33 % хворих у віці 20-30 років, 40 % – у 30-40 років, 48 % – у 40-50 років, 57 % – у 50-60 років і 62 % – у старших за 60 років [9]. Неефективність ендодонтичного лікування часто проявляється наявністю апікальної ділянки запалення, об'єм поширення якого ми можемо визначити за допомогою рентгенодіагностики. Основною причиною захворювання після ендодонтичного лікування є стійка внутрішньокоренева інфекція, яку не вдалось ілімінувати після проведеної хіміко-медикаментозної обробки [5].

З кожним роком поширеність апікального періодонтиту збільшується серед населення. Тому надзвичайно важливо звернути увагу урядовців у сфері охорони здоров'я, медичних та стоматологічних громад до прихованого тягаря ендодонтичних захворювань серед населення України [9].

Мета дослідження – мікробіологічне вивчення здатності хімічних розчинів ілімінувати патогенну мікрофлору кореневого каналу шляхом розробки ефективних методів ендодонтичного лікування та профілактики ускладнень одонтогенних захворювань.

Об'єкт і методи дослідження. У роботі використано штами умовно-патогенних мікроорганізмів, які репрезентують факультативно-анаеробну транзиторну мікрофлору кореневого каналу: *Streptococcus pyogenes* (β-гемолітичний стрептокок групи А), *Streptococcus dysgalactiae* ssp. *equisimilis* (β-гемолітичний стрептокок групи G), метицилін-чутливий *Staphylococcus aureus* (MSSA), метицилін-резистентний *S. aureus* (MRSA) з асоційованою резистентністю до фторхінолонів, макролідів, тетрациклінів та аміноглікозидів, метицилін – чутливий *Staphylococcus epidermidis*; дріжджоподібні гриби *Candida albicans* і *Candida tropicalis*, а також α-гемолітичний стрептокок групи *mitis* (*Streptococcus oralis*, *Streptococcus sanguinis*, *Streptococcus gordonii*) як основні представники резидентної мікрофлори даного біотопу. Мікробні культури були виділені з інфікованого кореневого каналу та ідентифіковані на основі морфологічних, культуральних властивостей і біохімічних мікротестів «STAPHYtest 16», «STREPTOtest 16» (Lachema, Чехія) та тест-систем «VITEK 2 GP» і «VITEK 2 YST» (biomerieux, Франція) за допомогою аналізатора «VITEK 2 Compact».

Дане дослідження було виконано в умовах *in vitro* з метою оцінки антимікробної ефективності хімічних іригаційних розчинів щодо представників умовно-патогенної мікрофлори, яка бере участь у формуванні інфікованої біоплівки корневих каналів при періодонтитах [1, 2]. Для оцінки антимікробної

активності було використано 11 типів іригаційних розчинів у різних концентраціях, зокрема:

- Гіпохлорит натрію 6 % (Chloran Plus Chema);
- Гіпохлорит натрію 6 %;
- Гіпохлорит натрію 5,25 % (Cerkamed);
- Гіпохлорит натрію+детергент 5,25 % (Cerkamed extra);
- Хлоргексидин 2 % (Endohex);
- Хлоргексидин 2 % (Cerkamed);
- Хлоргексидин 2 %;
- EDTA 17 % (Endo Solution);
- Лимонна кислота 40 % (citric acid) (Cerkamed);
- Малейнова кислота 6 %.

Контрольною групою було обрано фізіологічний розчин 0,9 % (NaClO 0,9%).

З метою мікробіологічного аналізу проводився забір матеріалу безпосередньо з інфікованого кореневого каналу в процесі первинного ендодонтичного втручання. Отримані зразки поміщали у стерильні пробірки з транспортним середовищем та оперативним транспортували до лабораторії. Експериментальна методика ґрунтувалась на мікробіологічному тесті дифузії в агарі. Для кожного штаму мікроорганізмів проводили посів на чашки Петрі з поживним середовищем, після чого вносили іригаційний розчин у заздалегідь сформовані лунки. Паралельно з власними лабораторними результатами було проведено аналіз актуальної міжнародної наукової літератури (зокрема дані *Endodontology*, *Journal of Endodontics* 2000–2025 [4], *Ingle's Endodontics* тощо), що дозволило сформулювати перелік умовно-патогенних мікроорганізмів, які найчастіше беруть участь у формуванні інфікованої біоплівки кореневого каналу. Серед виявлених штамів були *Staphylococcus aureus* (MSSA та MRSA), *Candida albicans*, *Streptococcus gordonii*, *Streptococcus pyogenes*, *Staphylococcus epidermidis*, *Candida kefyr*, *Candida lusitanae* – мікроорганізми, патогенність яких доведена під час розвитку апікального періодонтиту [6].

Статистична обробка результатів проводилася з використанням параметричних і непараметричних методів. Для оцінки достовірності різниць між групами застосовували t-критерій Стюдента та непараметричний критерій Вілкоксона.

Результати подані у відсотках.

Результати дослідження та їх обговорення.

Об'єктом дослідження були 13 штамів мікроорганізмів, які найчастіше виділяються з інфікованих корневих каналів та асоціюються з розвитком апікального періодонтиту. До досліджуваних мікроорганізмів входили: *S. aureus* MSSA, *S. aureus* MRSA, *C. albicans*, *S. gordonii*, *S. pyogenes*, *S. epidermidis*, *C. kefyr*, *C. lusitanae*. та інші.

S.aureus MSSA:

- 1) Хлоргексидин 2 % (Endohex) 30,95±0,51 %
- 2) Лимонна кислота 40 % (Cerkamed) 28,88±0,96 %
- 3) Хлоргексидин 2 % 28,06±0,25 %

*S.aureus*MRSA.

- 1) Гіпохлорит 5,25 % (Cerkamed) 47,45±3,24 %

- 2) Гіпохлорит 5,25 % Extra+ (Cerkamed) 39,20±1,31 %
- 3) Гіпохлорит 6 % Chloran 43,80±1,93 %

S.gordonii:

- 1) Лимонна кислота 40 % (Cerkamed) 27,28±0,35 %
- 2) Хлоргексидин 2 % (Endohex) 22,94±0,15 %
- 3) Хлоргексидин 2 % 20,37±0,95 %

C.albicans:

- 1) Гіпохлорит 5,25 % (Cerkamed) 88,82±1,65 %
- 2) Гіпохлорит 5,25 % Extra+ (Cerkamed) 74,60±0,63 %
- 3) Гіпохлорит 6 % Chloran 79,8±0,51 %

S.epidermidis:

- 1) Гіпохлорит 5,25 % (Cerkamed) 49,94±1,12 %
- 2) Гіпохлорит 5,25 % Extra+ (Cerkamed) 42,24±1,68 %
- 3) Гіпохлорит 6 % Chloran 43,16±1,52 %

S.pyogenes:

- 1) Лимонна кислота 40 % (Cerkamed) 25,74±0,43 %
- 2) Хлоргексидин 2 % (Endohex) 23,7±0,35 %
- 3) Хлоргексидин 2 % 20,17±0,36 %

C.kefyr:

- 1) Гіпохлорит 5,25 % (Cerkamed) 44,99±0,54 %
- 2) Гіпохлорит 6 % Chloran 39,50±0,39 %
- 3) EDTA 17 % Endo Solution 37,48±1,04 %

C.lusitanae:

- 1) Гіпохлорит 5,25 % (Cerkamed) 84,76±1,25 %
- 2) Гіпохлорит 5,25 % Extra+ (Cerkamed) 59,64±1,10 %
- 3) Гіпохлорит 6 % Chloran 59,00±1,41 %

При порівнянні ефективності іригаційних розчинів щодо елімінації *Staphylococcus aureus* MSSA найвищу антимікробну активність продемонстрував хлоргексидин 2 % (Endohex) – 30,95 ± 0,5 мм зони затримки росту.

Щодо *Candida albicans*, найвищий результат елімінації показав гіпохлорит натрію 5,25 % (Cerkamed) – 88,82 ± 1,65 мм. Для порівняння, хлоргексидин 2 % мав значно нижчий антимікробний ефект – 29,22 ± 0 мм.

Streptococcus gordonii був найбільш чутливим до лимонної кислоти 40 % (Cerkamed) – 27,28 ± 0,35 мм, коли найменшу активність щодо цього штаму показала малейнова кислота – лише 6,55 ± 0,45 мм.

Найвищі результати в елімінації грибової мікрофлори (родів *Candida*) стабільно демонстрував гіпохлорит натрію 5,25 % (Cerkamed), що свідчить про його перевагу в дезінфекції мікрофлори змішаного типу, зокрема при наявності дріжджоподібних грибів.

Ми отримали наступні результати дослідження впливу іригаційних розчинів на штами мікроорганізмів (табл. 1). Проведені мікробіологічні дослідження засвідчили, що різні іригаційні розчини мають різну ефективність щодо елімінації конкретних патогенних мікроорганізмів, що беруть участь у формуванні біоплівки в інфікованих корневих каналах [7, 8]. Отримані дані дозволяють обґрунтовано підходити до вибору іригаційних агентів з урахуванням мікробіологічного спектру ураження. Це сприятиме підвищенню ефективності ендодонтичного лікування та профілактиці розвитку хронічного апікального періодонтиту.

Таблиця 1.

Результати дослідження впливу хімічних іригантів на спектр бактерій, які здатні викликати періодонтит (%)

	Гіпохлорит 6 %	Малеїнова к-та 6 %	Хлоргексидин 2 %	Контроль фіз. р-н 0,9 %	Хлоргексидин 2 %	EDTA 17 % Endo-Solution	Гіпохлорит 5,25 % Extra + Детерг Cerkomed	Гіпохлорит 5,25 % Звичайний Cerkomed	Гіпохлорит 2 % Cerkomed	Лимонна к-та 40 % Cerkomed	Гіпохлорит 6 % Chemopl Us Chloron
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<i>S. aureus</i> MSSA	19,33±0,26	8,97±0,53	28,06±0,25	0	30,95±0,51	24,17±0,46	22,65±0,09	25,63±0,14	22,22±1,50	28,88±0,96	22,22±0,49
<i>S. aureus</i> MRSA	24,17±0,69	8,41±0,87	25,69±0,18	0	28,07±0,24	22,26±0,52	39,20±1,31	47,45±3,24	29,73±1,65	28,36±0,55	43,80±1,93
<i>S. epidermidis</i>	28,86±1,47	9,25±0,87	31,65±0,37	0	36,01±0,44	25,91±0,53	42,24±1,68	49,94±1,12	41,34±1,12	34,14±0,66	43,16±1,52
<i>S. pyogenes</i> (β Str A)	11,68±0,69	7,44±0,95	20,17±0,36	0	23,7±0,35	18,27±0,24	14,66±1,12	17,13±0,26	13,54±0,34	25,74±0,43	14,89±0,42
<i>S. dysgalactiae</i> ssp. <i>equisimilis</i> (β Str G)	11,16±0,33	6,32±0,53	19,38±0,12	0	21,79±0,78	16,65±0,28	14,09±0,29	15,06±0,28	7,76±0,47	26,09±0,37	8,71±0,30
<i>S. gordonii</i>	11,91±0,77	6,55±0,45	20,37±0,95	0	22,94±0,15	17,63±0,44	11,80±0,49	16,11±0,32	12,30±0,21	27,28±0,35	15,57±0,45
<i>S. oralis</i>	11,87±1,17	7,13±0,12	23,72±0,39	0	24,75±0,28	21,39±0,36	13,59±0,57	14,56±0,70	15,92±0,61	26,84±0,61	15,59±0,45
<i>S. sanguinis</i>	11,36±0,28	10,53±0,90	21,42±2,20	0	24,51±0,72	22,90±0,76	15,29±0,42	14,99±0,73	13,25±1,11	20,98±0,23	14,10±0,16
<i>C. albicans</i>	41,96±0,71	0	29,22±0,64	0	30,25±0,97	35,46±0,48	74,60±0,63	88,82±1,64	55,46±1,12	0	79,80±0,51
<i>C. tropicalis</i>	15,88±0,65	0	26,73±0,41	0	25,64±0,62	28,63±0,47	40,50±1,29	51,86±1,11	43,77±1,05	0	48,86±1,19
<i>C. lipolytica</i>	18,75±0,20	0	28,89±0,85	0	29,21±0,41	39,08±0,50	35,10±1,06	54,47±1,63	37,84±0,74	0	48,46±0,49
<i>C. lusitanae</i>	22,4±0,37	0	26,59±0,41	0	29,23±0,32	32,03±0,42	59,64±1,10	84,76±1,25	56,64±1,05	0	59,00±1,41
<i>C. kefyr</i>	14,61±0,20	0	27,70±0,71	0	29,01±0,30	37,48±1,04	35,44±0,97	44,99±0,54	36,57±0,68	6,89±0,63	39,50±0,39

Зважаючи на те, що інструментальна обробка не забезпечує повного очищення всіх поверхонь кореневого каналу, саме хімічна ілімінація біоплівки набуває ключового значення [3]. Факторами ризику залишаються неадекватне первинне лікування, повторне лікування, вибір неефективних розчинів та обмеження механічних інструментів.

Висновки. Найвищу антимікробну активність продемонстрували гіпохлорит натрію 5,25 % (Cerkamed), хлоргексидин 2 % (Endohex) та лимонна кислота 40 % (Cerkamed), найбільший вплив на *Candida albicans* мав гіпохлорит натрію, тоді як проти *Staphylococcus aureus* MSSA кращі результати показав хлоргексидин. Отримані дані підтверджують важливість правильно підібраної іригаційної тактики в ендодонтичному лікуванні. Рациональний вибір іригаційних розчинів дозволить лікарю-ендодонтисту знизити ризик рецидиву інфекції та забезпечити ефективну санацію кореневого каналу.

Перспективи подальших досліджень. Подальші роботи пов'язані з проведенням гістологічного дослідження, зокрема скануючої електронної мікроскопії для більш детального вивчення дії іригаційних розчинів на стан біоплівки кореневого каналу та дентинних каналців.

Конфлікт інтересів: відсутній.

References:

1. Tonini R, Salvadori M, Audino E, Sauro S, Garo ML, Salgarello S, Irrigating Solutions and Activation Methods Used in Clinical Endodontics: A Systematic Review. *Front. Oral. Health.* 2022 January 31; 3:838043. <https://doi.org/10.3389/froh.2022.838043>
2. Amelia Wan Tin Cheung, Angeline Hui Cheng Lee, Gary Shun Pan Cheung Clinical efficacy of activated irrigation in endodontics: a focused review *Restorative Dentistry & Endodontics.* 2021 January 26; 46(1):e10. <https://doi.org/10.5395/rde.2021.46.e10>
3. Mohammadi Z, Shalavi S, Kinoshita JI, Giardino L, Gutmann JL, Banihashem Rad S, Udoye CI, Jafarzadeh H. A Review on Root Canal Irrigation Solutions in Endodontics. *J Dent Mater Tech.* 2021 September 3; 10(3). <https://doi.org/10.22038/jdmt.2021.56003.1431>
4. Boutsoukis C, Arias-Moliz M-T. Present status and future directions – irrigants and irrigation methods *Int Endod J.* 2022 May; 55:588-612. Epub 2022 Apr 6. Available from: <https://doi.org/10.1111/iej.13739>
5. Sanchez-Sanhueza G, Bello-Toledo H, Gonzalez-Rocha G, Goncalves AT, Valenzuela V, Gallardo-Escarate G. Metagenomic study of bacterial microbiota in persistent endodontic infections using next-generation sequencing. *Int Endod J.* 2018; 51(12):1336-1348. PMID: 29786880. <https://doi.org/10.1111/iej.12953>
6. Farhad A, Saatchi M, Bagherieh S. Effect of Citric Acid Versus EDTA on Radiographic Root Development in Regenerative Endodontic Treatment: An Animal Study. *Int Endod J.* 2022; 48(4):535-541. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2022.01.001>
7. Rath PP, Yiu CKY, Matinlinna JP, Kishen A, Neelakantan P. The effect of root canal irrigants on dentin: a focused review. *Restor Dent Endod.* 2020 Aug; 45(3):e39. <https://doi.org/10.5395/rde.2020.45.e39>
8. Kamaci A, Aydin B, Erdilek N. The effect of ultrasonically activated irrigation and laser based root canal irrigation methods on debris removal. *Int J Artif Organs.* 2018; 41:71-5. PMID: 28967084. <https://doi.org/10.5301/ijao.5000646>
9. Tibúrcio-Machado CS, Michelon C. The global prevalence of apical periodontitis: a systematic review and meta-analysis. 2021 May; 54(5):712-735. Epub 2021 Jan 22. <https://doi.org/10.1111/iej.13467>

UDC 616.314.163-08

THE INFLUENCE OF CHEMICAL IRRIGANTS ON THE CONDITION THE ROOT CANAL BIOFILM IN CASE OF PERIODONTITIS TREATMENT

R.I. Novosiadlyi, M.M. Rozhko

*Ivano-Frankivsk national medical university,
Department of dentistry of postgraduate education,
Ivano-Frankivsk, Ukraine
ORCID ID: 0000-0002-6876-2533,
Scopus ID: 7195620855,
e-mail: mrozhko@ifnmy.edu.ua
ORCID ID: 0009-0004-3335-6916,
e-mail: rnovosiadly@gmail.com*

Abstract. Nowadays apical periodontitis is considered to be a protective reaction of the body to the tooth pulp destruction and the root canal infection. Any pathogen infecting the root canal has the potential to cause periapical changes. The evolution of techniques for periodontitis treatment is closely related to the improvement of the methods of selecting irrigation solutions and mechanical tools aimed at qualitative preparation of the root canal for the complete elimination of the pathogenic root canal biofilm.

Periodontitis is a common disease in the world today. The results of a meta-analysis (by C.S. Tiburcio-Machado, C. Michelon), conducted on the basis of the largest scientific evidence bases in 2019, confirmed the high prevalence of apical periodontitis among the adult population constituting 52 %.

The prevalence of apical periodontitis varies as a rule depending on the age group. For example, it constitutes 33 % at the age of 20-30, 40 % at the age of 30-40, 48 % at the age of 40-50, 57 % at the age of 50-60 and 62 % in individuals over 60.

According to numerous studies, the root canal cleaning cannot be done qualitatively using an instrumental method only. Almost one-third of the root canal surface cannot be treated with instruments, regardless of the chosen treatment approach. A smear layer is always left in the course of dentin mechanical processing. It is present in the infected root canal and includes microorganisms.

The research included 13 microorganisms able to cause periodontitis and 10 irrigation solutions able to eliminate the pathogenic effect on the root canal biofilm. Different concentrations of sodium hypochlorite (5,25%, 5,25+ extra %, 6 %), Maleic acid 6 %, EDTA 17 %, Citric acid 40 %, Chlorhexidine 2 % were used. Sodium hypochlorite has a wide spectrum of antimicrobial action and eliminates spore bacteria, fungi, protozoa and viruses.

Most organisms are neutralized upon contact with sodium hypochlorite of various concentrations. A smear layer is also important in the process of root canal treatment. It contains organic and inorganic components that are retained on the walls of the root canal and contain the remains of microorganisms and pulp. Maleic acid is a soft organic acid that has the property of removing the lubricated layer and intertubular dentin demineralization. EDTA is also able to remove the mineral component, soften the tissues and help to clean the openings of the dentinal tubules. The conducted microbiological studies showed a diverse effect of irrigation solutions on groups of different microorganisms causing periodontitis. The obtained results provide an opportunity to select differentially irrigation solutions for the elimination of microorganisms detected in the root canals.

A positive result of the elimination of irrigation solutions on microorganisms causing periodontitis is observed. The prevalence of periodontitis among the population increases every day. Risk factors such as primary root canal treatment, repeated examination of root canals, incorrect solutions and mechanical instruments increase the frequency of periapical pathologies. Correctly chosen treatment approach and proper selection of irrigation solutions will help an endodontist to eliminate the pathogenic biofilm of the root canal, thereby reducing the probable periodontitis occurrence in the treated root canals in the future.

Keywords: periodontitis, irrigation solutions, biofilm, sodium hypochlorite, EDTA, citric acid, maleic acid, chlorhexidine, rtg diagnostic.

Conflict of interest: absent.

Стаття надійшла в редакцію 01.04.2025 р.

Стаття прийнята до друку 27.10.2025 р.