

Коленко Ю. Г., Семенова І. С., Колесова Н. В.

Національний університет імені О. О. Богомольця, м. Київ, Україна

## Ефективність використання іригаційного розчину для видалення залишків та змазаного шару в корневих каналах: дослідження за допомогою сканувальної електронної мікроскопії

► **Актуальність.** Широка поширеність деструктивних форм апікального періодонтиту, особливо серед населення працездатного віку, вплив даної патології на здоров'я людини, зокрема на психоемоційний статус, і медико-соціальні проблеми, що виникають при втраті зубів, як наслідок цього захворювання, підтверджують необхідність пошуку нових методик лікування даної патології.

**Мета дослідження** — за даними сканувальної електронної мікроскопії визначити якість хемо-механічної обробки корневих каналів методами іригації корневих каналів з використанням звукової активації.

**Матеріали та методи.** Для проведення даної частини дослідження обстежено 157 пацієнтів, в лікуванні яких з тих чи інших причин (ортодонтичних, парадонтологічних) планувалось видалення зубів. Для дослідження відібрано 40 зубів. Згідно з стандартною методикою інструментального оброблення (апікально-коронкової чи коронково-апікальної) кореневі канали зубів обробляли в серії експериментальних досліджень 6% розчином натрію гіпохлориту та озонованою водою та використовували ультразвуковий Ендоактиватор (Dentsply) протягом 1 хвилини. Електронно-мікроскопічні дослідження проводили методом растрової електронної мікроскопії. Обробка та аналіз отриманих даних проводилися за допомогою прикладного статистичного пакету "Statistics 16.4".

**Результати дослідження.** Після інструментального оброблення корневих каналів 6% розчином натрію гіпохлориту та озонованою водою також досягається досить надійне видалення забрудненого шару зі стінок корневих каналів. Більшість устів дентинних трубочок відкриті. Проте в багатьох зберігаються корки та залишки забрудненого шару. Додаткове застосування Ендоактиватора (Dentsply) до дії озонованої води дозволяє досягти більш ефективного оброблення корневих каналів. Зокрема досягається більш надійне відкриття устів дентинних трубочок на всьому протязі кореневого каналу: в устьовій, середній та верхівковій його частинах. При використанні удосконаленої методики іригації вдалось досягнути значно кращих результатів очищення дентину кореня —  $1,32 \pm 0,16$  бала.

**Висновки.** Морфологічним дослідженням встановлено, що при ендодонтичному лікуванні корневих каналів з використанням 6% розчину натрію гіпохлориту, озонованої води та під дією ультразвукового Ендоактиватора (Dentsply) протягом 1 хвилини досягається більш надійне відкриття устів дентинних трубочок на всьому протязі кореневого каналу: в устьовій, середній та верхівковій його частинах. Методика запропонованої хемо-механічної обробки кореневого каналу дає можливість ефективно очистити стінки кореневого каналу  $1,29 \pm 0,13$  бала відповідно до класифікації Mahmoud Torabinejad та Abbasali Khademi,  $p < 0,1$ . Запропонована методика ефективна в очищенні апікальної частини кореня  $1,71 \pm 0,38$  бала при  $p < 0,1$ .

**Ключові слова:** апікальний періодонтит, ендодонтичне лікування, хемо-механічна обробка, натрію гіпохлорит, Ендоактиватор.

За останні п'ять років відмічається збільшення випадків періодонтиту в осіб молодого віку. Так, серед осіб віком до 40 років деструктивні форми хронічного апікального періодонтиту зустрічаються у 31% випадків із загальної кількості звернень [1]. У пацієнтів старших вікових груп хронічний апікальний періодонтит найчастіше реєструється на верхніх щелепах (63 % випадків), на нижній щелепі хронічний апікальний періодонтит зустрічається у 2 рази менше, всього лише у 37 % випадків [2]. Аналогічна тенденція реєструвалася і в молодому віці (56 % і 44 % відповідно), але вона менш виражена. Таким чином, можна зробити висновок про те, що поширеність хронічного періодонтиту в різних вікових групах населення зараз зберігається на стабільно високому рівні й не має тенденції до зниження.

Ранній діагностиці апікального періодонтиту перешкоджає тривалий безсимптомний період формування деструктивних вогнищ. Наявність деструктивних процесів, особливо великих розмірів, в перапікальній кістковій тканині є показанням до видалення зубів у 85–98 % випадків [3].

Періодонтит є вогнищем хронічної інфекції та джерелом токсинів, продуктів запальних реакцій, які регулярно надходять в організм. Інфекція з періодонту поширюється по кісткомозкових просторах щелепи на значному протязі від первинного вогнища [4]. Вогнище хронічної інфекції в періодонті представляє потенційну небезпеку для організму, стаючи джерелом для розвитку гострих запальних процесів щелепно-лищевої ділянки, вогнищево-обумовлених соматичних захворювань серця, печінки, нирок (інфекційний ендокардит, менінгіт, абсцеси головного мозку й легенів та інші), а також здатне ускладнювати розвиток вже наявних соматичних захворювань [5]. Наявність таких хронічних одонтогенних вогнищ може негативно вплинути на перебіг вагітності, викликаючи різні інфекційні процеси жіночої статеві сфери, мимовільні переривання вагітності на різних термінах, порушення органогенезу у плода [6].

При цьому проблема захворювань внутрішніх органів і систем, викликаних вогнищем хронічної інфекції в періодонті, має не тільки медичне, а й соціальне значення. Захворювання серцево-судинної системи, такі як септичний ендокардит, ревматоїдний артрит та інші, що розвиваються внаслідок наявності вогнищ хронічної інфекції в періодонтиті, часто є причиною тривалої непрацездатності людини, значно погіршуючи якість життя.

Таким чином, широка поширеність деструктивних форм апікального періодонтиту, особливо

серед населення працездатного віку, вплив даної патології на здоров'я людини, зокрема на психоемоційний статус, і медико-соціальні проблеми, що виникають при втраті зубів, як наслідок цього захворювання, підтверджують необхідність пошуку нових методик лікування даної патології.

Розуміння та аналіз причин невдач і виникнення помилок в роботі лікаря сприяє удосконаленню протоколів лікування. Якісно проведене хемо-механічне очищення системи кореневих каналів відіграє найвпливовішу роль в прогнозі ендодонтичного захворювання, а у зв'язку з обмеженими можливостями інструментальної обробки складної системи кореневих каналів, саме ефективна іригація є тим ключовим фактором впливу успішності лікування. Основною метою даного етапу дослідження було визначення найефективнішого протоколу іригації, що дозволив би досягнути оптимального результату хемо-механічної обробки системи кореневих каналів.

**Мета дослідження** — за даними сканувальної електронної мікроскопії визначити якість хемо-механічної обробки кореневих каналів методами іригації кореневих каналів з використанням звукової активації.

### Матеріали та методи дослідження

Для отримання лабораторних результатів, які були б найбільш наближеними до клінічних і могли б дати найбільш значущі статистичні дані було створено модель зубів *ex vivo* для проведення усіх лабораторних етапів, що стосувались хемомеханічної обробки кореневих каналів.

Для проведення даної частини дослідження обстежено 157 пацієнтів, в лікуванні яких з тих чи інших причин (ортодонтичних, парадонтологічних) планувалось видалення зубів. Для дослідження відібрано 40 зубів.

Кожен зразок зуба попередньо готували таким чином. Зуби трепанували, розкривали порожнину зуба, видаляли залишки пульпи, проводили інструментальне оброблення кореневих каналів. Згідно з стандартною методикою інструментального оброблення (апикально-коронкової чи коронково-апикальної) кореневі канали зубів обробляли в серії експериментальних досліджень 6 % розчином натрію гіпохлориту та озонованою водою та використовували ультразвуковий Ендоактиватор (Dentsply) протягом 1 хвилини.

Для приготування озонованої води 25 мл води барботували (озонували) протягом 1 години при концентрації озону 35 мг/л та швидкості потоку 0,5 л/хв за допомогою апарату «ОЗОН УМ-80».

Після оброблення кореневі канали висушували паперовими штифтами. Для електронно-

мікроскопічного дослідження готували поздовжній (через кореневий канал) шліф зубів.

Електронномікроскопічні дослідження проводили методом растрової електронної мікроскопії.

Оцінювання сканувальної електронної мікроскопії фотографій результатів хемо-механічної обробки стінок кореневого каналу з використанням різних протоколів іригації здійснювалось двома незалежними операторами згідно з класифікацією Mahmoud Torabinejad та Abbasali Khademi, де 1 бал — найкращий рівень очищення дентину кореневого каналу (відсутність змазаного шару на стінках каналу, більшість дентинних трубочок відкрита), 2 бали — середній рівень очищення (на поверхні дентину міститься невелика кількість розпаду, більшість дентинних трубочок відкрита), 3 бали — найгірші результати хемо-механічної обробки (на поверхні дентину товстий, неоднорідний змазаний шар, більшість дентинних трубочок закрита). Оцінювання якості очищення дентину кореневого каналу з використанням різних протоколів іригації проводилось по трьох зонах кореневого каналу — апікальній, середній та устьовій, в зв'язку з анатомічними особливостями дентину в кожній з цих ділянок каналу, а саме з різною кількістю дентинних трубочок.

Обробка та аналіз отриманих даних проводилися за допомогою прикладного статистичного пакета "Statistics 16.4." Для представлення результатів, які мали нормальний розподіл, використовували середнє арифметичне та стандартне відхилення ( $M \pm SD$ ) і при їх порівнянні використовували Т-критерій Стьюдента.

Кількісні значення, що мали ненормальний розподіл, були представлені у вигляді медіани ( $Me$ ) та інтерквартильного розмаху (нижній квартиль — верхній квартиль) і при їх порівнянні використовували критерій Манна-Уїтні, критерій Вілкоксона. Статистично значущою вважали різницю параметрів при рівні  $p < 0,05$ .

### Результати дослідження

Дуже важливим фактором, що впливає на успішність ендодонтичного лікування є максимальне очищення поверхні дентину кореня від змазаного шару та максимальна кількість відкритих дентинних трубочок перед пломбуванням кореневих каналів. Це допомагає проникненню обтураційного матеріалу в дентинні трубочки, запобігає подальшому поширенню ендодонтичної інфекції, обмежує бактерії, що залишаються в дентинних трубочках, без доступу до поживних речовин [7].

Було проведено експериментальне дослідження 40 зубів видалених за ортодонтичними показаннями. Зуби трепанували, розкривали порожнину зуба, видаляли залишки пульпи, проводили інструментальне оброблення кореневих каналів. У зубах даної групи дослідження кореневі канали обробляли 6% розчином натрію гіпохлориту, озонованою водою. та дією ультразвукового Ендоактиватора (Dentsply) протягом 1 хвилини. Після оброблення кореневі канали висувували паперовими штифтами. Для електронномікроскопічного дослідження готували поздовжній (через кореневий канал) шліф зубів.

Додаткове застосування озонованої води та Ендоактиватора (Dentsply) до дії запропонованих медикаментозних засобів дозволяє досягти більш ефективного оброблення кореневих каналів. Зокрема досягається більш надійне відкриття устів дентинних трубочок на всьому протязі кореневого каналу: в устьовій (рис. 1–3), середній (рис. 4, 5) та верхівковій його частинах.

За даними оцінювання 120 фотографій сканувальної електронної мікроскопії (для кожної зони 40 СЕМ фотографій) результатів хемо-механічної обробки дентину кореневого каналу з використанням стандартної методики хемо-механічної обробки кореневих каналів, озонованої води та ультразвукового Ендоактиватора (Dentsply) отримано такі результати (табл. 1). За допомогою статистичного аналізу було встановлено, що значення рівня очищення дентину кореня для кожної з досліджуваних груп знаходиться в межах  $M \pm m$ . Значення  $M \pm m$  отримали для кожної досліджуваної групи шляхом обчислення довірчого інтервалу з рівнем довіри 95 % (0,95) для розподілу Стьюдента.

Після інструментального оброблення кореневих каналів 6% розчином натрію гіпохлориту та озонованою водою також досягається досить надійне видалення забрудненого шару зі стінок кореневих каналів. Більшість устів дентинних трубочок відкриті. Проте в багатьох зберігаються корки та залишки забрудненого шару.

Додаткове застосування Ендоактиватора (Dentsply) до дії озонованої води дозволяє досягти більш ефективного оброблення кореневих каналів. Зокрема досягається більш надійне відкриття устів дентинних трубочок на всьому протязі кореневого каналу: в устьовій, середній та верхівковій його частинах.

При використанні удосконаленої методики іригації вдалось досягнути значно кращих результатів очищення дентину кореня —  $1,32 \pm 0,16$  бала.

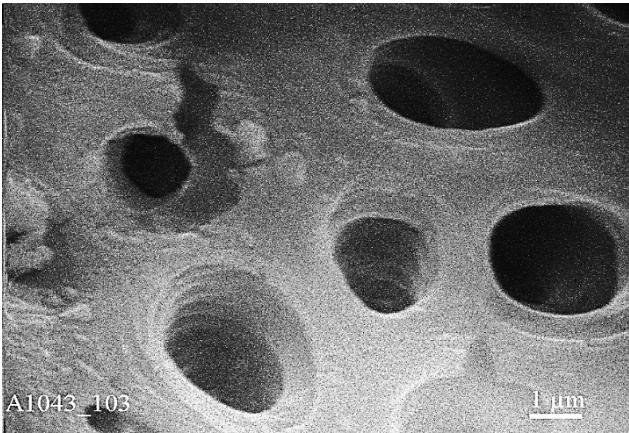


Рис. 1. Після інструментального оброблення 6 % розчином натрію гіпохлориту, озонованої води та застосуванням Ендоактиватора (Dentsply). В устьовій частині кореневого каналу устя дентинних трубочок відкриті. Електронна мікроскопія. 36. 3000 (A1044\_302).

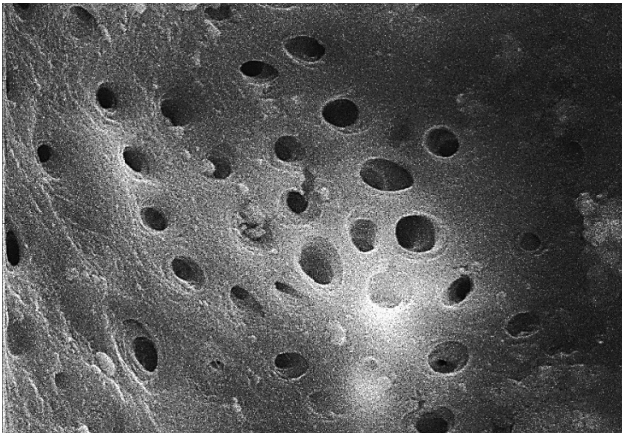


Рис. 2. Після інструментального оброблення 6 % розчином натрію гіпохлориту, озонованої води та застосуванням Ендоактиватора (Dentsply). В устьовій частині кореневого каналу устя дентинних трубочок відкриті, вільні від органічних залишків та забрудненого шару. Електронна мікроскопія. 36. 10 000 (A1043\_103).

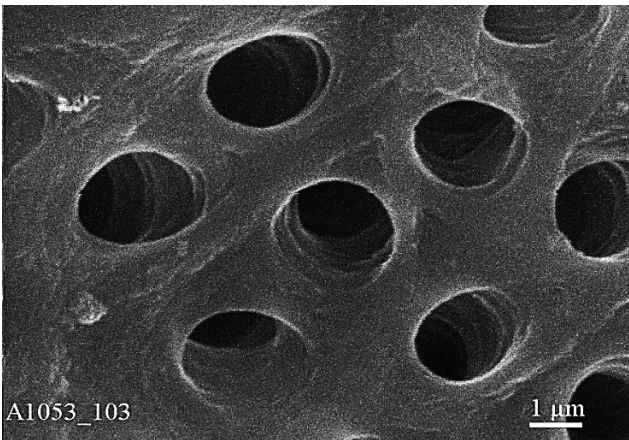


Рис. 3. Після інструментального оброблення 6% розчином натрію гіпохлориту, озонованої води та застосуванням Ендоактиватора (Dentsply). Устя дентинних трубочок в устьовій частині кореневого каналу відкриті, вільні від органічних залишків та забрудненого шару. Електронна мікроскопія. 36. 10000 (A1053\_103).

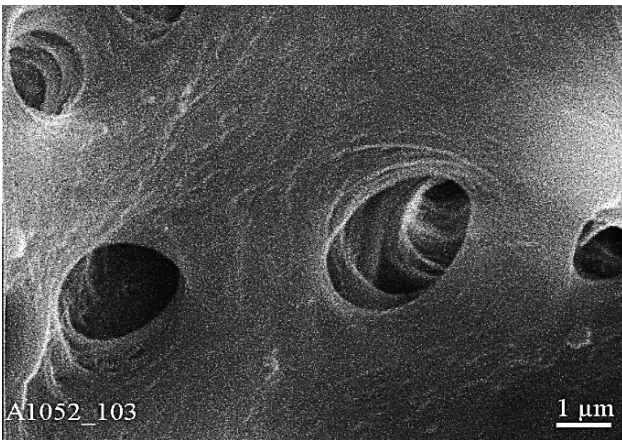


Рис. 4. Після інструментального оброблення 6% розчином натрію гіпохлориту, озонованої води та застосуванням Ендоактиватора (Dentsply). Устя дентинних трубочок у середній частині кореневого каналу відкриті, вільні від органічних залишків та забрудненого шару. Електронна мікроскопія. 36. 10 000 (A1052\_103).

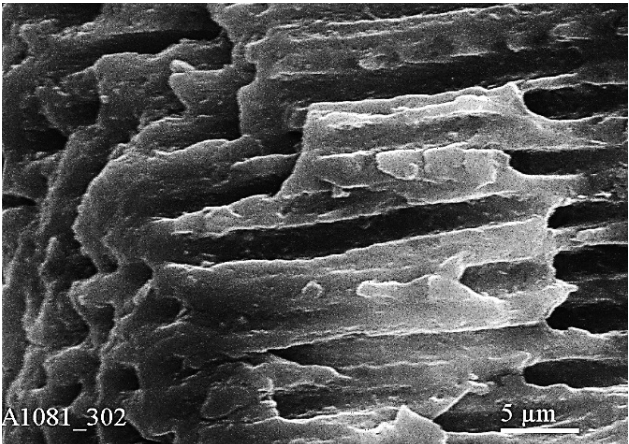


Рис. 5. Після інструментального оброблення з використанням 6 % розчину гіпохлориту натрію, озонованої води та застосуванням Ендоактиватора (Dentsply). Боковий шліф зуба. Видно дентинні трубочки, більшість устів дентинних трубочок відкриті. Електронна мікроскопія. 36. 3000 (A1081\_302).

Таблиця 1.

**Якість очищення кореневого каналу при використанні стандартної методики хемо-механічної обробки корневих каналів, озонованої води та ультразвукового Ендоактиватора (Dentsply) за даними аналізу СЕМ фотографій (шкала оцінювання від 1 балу (найкращий результат) до 3 балів (найнижчий результат)).**

| Ділянка кореневого каналу | Апікальна частина | Середня частина | Устьова частина | Узагальнені результати |
|---------------------------|-------------------|-----------------|-----------------|------------------------|
| Рівень очищення           | 1,71 ± 0,38       | 1,08 ± 0,10     | 1,06 ± 0,10     | 1,32 ± 0,16            |

## Обговорення результатів

Іригаційні розчини, видаляючи мікроорганізми та продукти, пов'язані з дегенерацією тканин, сприяють усуненню інфікованого дентину і прохідності каналу по всій його довжині шляхом того, що іриганти вступають в прямий контакт з усіма стінами каналу, в тому числі та в апікальній частині [8].

Вчені виявили, що 5,25 % розчин гіпохлориту натрію значно ефективніший як розчинник некротичної тканини, ніж розчини від 0,5 % до 2,5 % [9]. Даний іригаційний розчин неспроможний повністю розчинити органічний матеріал пульпи й демінералізовану кальціфіковану частину стінок кореневого каналу. Однак існує загальна думка вчених, що великі обсяги іригації під час лікування важливі для промивання корневих каналів [10]. Попри значну антибактеріальну активність, гіпохлорит натрію має високий коефіцієнт поверхневого натягу. Він обмежує можливість проникнення в глибину дентинних каналців.

Як дезінфекційний засіб використовується також хлоргексидин, який має протимікробну дію [11, 12]. Антибактеріальна дія хлоргексидину можлива при поглинанні на бактеріальній поверхні й руйнуванні мембрани цитоплазми. Однак він не здатний розчинити некротичні тканини, та менш ефективний щодо грамнегативних бактерій, ніж грампозитивних [13].

ЕДТА (етіленететрадіаміноцтова кислота) є хелатним агентом, що видаляє неорганічну частину змазаного шару, що розм'якшує дентин і полегшує видалення кальцифікованих відкладень [14].

Вчені Ng Y. L. і співавтори (2011) у своєму дослідженні факторів, що впливають на результати нехірургічного лікування кореневого каналу, виявили, що використання розчину ЕДТА з подальшим промиванням гіпохлоритом натрію не дало ніякого істотного поліпшення в випадках повторного (вторинного) ендодонтичного лікування, але це удвічі збільшило успіх при первинному ендодонтичному лікуванні [15].

Для дезінфекції та видалення змазаного шару компанія DENTSPLY (США), спільно з доктором Маркусом Хаапасало, розробили іригаційний розчин Q mix 2 в 1 [16]. Препарат являє собою поєднання ЕДТА і хлоргексидину. Він застосовується на завершальному етапі іригації корневих каналів (після гіпохлориту натрію). Це економить час в порівнянні з послідовним використанням 17 % ЕДТА і 2 % хлоргексидину. Q-mix, крім того, менш агресивний, ніж ЕДТА. Він видаляє більше змазаного шару після інструментальної обробки

каналів, ніж 17 % ЕДТА; менше відбувається демінералізація інтактного дентину. Q mix використовується для остаточної іригації після гіпохлориту натрію. Наступні фактори, які вчені розглядають, — це спосіб доставляння розчину до кореневого каналу (використання іригації з позитивним або негативним тиском, розмір і конструкції голки, що використовується для зрошення); глибина проникнення іригаційної голки в канал (розмір прохідності каналу пов'язаний з глибиною зрошення); звукова або ультразвукова активація іригаційного розчину для створення акустичних потоків [17].

Для іригації корневих каналів найбільш часто застосовується стандартна техніка позитивного тиску [19]. Дана методика не забезпечує задовільну обробку апікальної частини каналу та викликає ризик виникнення ускладнень, пов'язаних з виведенням іригаційного розчину за межі апекса [20].

Широко практикується динамічна іригація корневих каналів з використанням ультразвукових й звукових пристроїв [18]. Застосування ультразвуку для активації іригаційного розчину істотно збільшує ефективність іригації [19]. При ультразвукових коливаннях в рідині виникає кавітація, збільшується гідродинаміка, створюється підвищений тиск. При збільшенні швидкості потоку розчину утворюються множинні вихрові потоки (мікро-скрімінг), під дією чого руйнуються бактерії, ферменти й збільшується ефективність маніпуляції. При роботі з ультразвуковими насадками необхідно враховувати можливість утворення сходинок, перфорації та злам інструменту в кореновому каналі [20].

Для активації іриганта в кореновому каналі використовуються також й звукові системи, які на відміну від ультразвукових, утворюють коливання більшої амплітуди та меншої частоти. Однією зі звукових систем в ендодонтії є EndoActivator. На відміну від ультразвуку низькочастотні звукові коливання знижують ризик перегріву тканин періодонта. Звукові файли надають як акустичний, так і механічний вплив на стінки кореневого каналу. Очищенню кореневого каналу так само сприяє утворюваний бульбашковий ефект. Акустичним потоком і кавітацією відбувається збівтування іриганта всередині каналу, завдяки чому видаляється змазаний шар, біоплівка та дентинні ошурки. Прикладом звукових приладів є EndoAktivator, Vibringe і наконечник системи Sonic [21].

Показана ефективність застосування озону в комплексному ендодонтичному лікуванні пульпіту й періодонтиту [22]. В іншому досліджен-

ні було показано, що підвищена концентрація озону (5–10 мг/л, 30 с) для дезінфекції каналів зубів хворих при хронічному гранульоматозному періодонтиті стимулює остеогенез кісткових тканин альвеолярного відростка та мінералізацію твердих тканин зубів. Застосування дозованого введення та виведення з каналу озон-кисневої суміші дозволяє нормалізувати функціональні й захисні реакції у тканинах періодонта шляхом руйнування та елімінації найбільш агресивних компонентів мікробіоценозу [23].

### Висновки

1. У морфологічному дослідженні встановлено, що при ендодонтичному лікуванні кореневих ка-

налів з використанням 6 % розчину натрію гіпохлориту, озонованої води та під дією ультразвукового Ендоактиватора (Dentsply) протягом 1 хв досягається більш надійне відкриття устів дентинних трубочок по всій довжині кореневого каналу: в устьовій, середній та верхівковій його частинах.

2. Методика запропонованої хемо-механічної обробки кореневого каналу дає можливість ефективно очистити стінки кореневого каналу  $1,29 \pm 0,13$  бала відповідно до класифікації Mahmoud Torabinejad та Abbasali Khademi,  $p < 0,1$ . Запропонована методика ефективна в очищенні апікальної частини кореня  $1,71 \pm 0,38$  бала при  $p < 0,1$ .

### ПОСИЛАННЯ / REFERENCES

1. X X Huang, M Fu, G Q Yan, B X Hou. (2018). Study on the incidence of lateral canals and sealing quality in the apical third roots of permanent teeth with failed endodontic treatments. *Zhonghua Kou Qiang Yi Xue Za Zhi*, 53(4): 243–247. DOI: <https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.1002-0098.2018.04.006>.
2. M Markvart, T A Darvann, P Larsen, M Dalstra, S Kreiborg, L Bjørndal. (2012). Micro-CT analyses of apical enlargement and molar root canal complexity. *Int Endod J*, 45(3): 273–281. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2011.01972.x>.
3. S. V. Sirak, A. V. Arutyunov, E. V. Shchetinin et al (2014). Clinical and morphological substantiation of treatment of odontogenic cysts of the maxilla. *Res J Pharm Biol Chem Sci*, 5(5): 682–690.
4. N. Rashmi et al. (2017). Assessment of C-reactive proteins, cytokines, and plasma protein levels in hypertensive patients with apical periodontitis. *J Contemp Dent Pract*, 18(6): 516–521. DOI: <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10024-2076>.
5. Association between systemic diseases and apical periodontitis. (2016). *Br Dent J*, 221(9): 570. DOI: <https://doi.org/10.1038/sj.bdj.2016.820>.
6. P. Hernández-Ríos et al. (2017). Oxidative stress in the local and systemic events of apical periodontitis. *Front Physiol*, 8: 869. DOI: <https://doi.org/10.3389/fphys.2017.00869>.
7. Bronnec F. (2010). Ex vivo assessment of irrigant penetration and renewal during the final irrigation regimen. *J Endod*, 43: 663–672. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2010.01723.x>.
8. Saurabh S Chandra, et al. (2010). Antifungal efficacy of 5.25% sodium hypochlorite, 2% chlorhexidine gluconate, and 17% EDTA with and without an antifungal agent. *Journal of Endodontics*, 36(4): 675–8. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.joen.2010.01.015>.
9. M. Brunson, C. Heilborn, D. J. Johnson et al. (2010). Effect of apical preparation size and preparation taper on irrigant volume delivered by using negative pressure irrigation system. *J Endod*, 36(4): 721–724. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.joen.2009.11.028>.
10. M. Haapasalo, Y. Shen, W. Qian et al. (2010). Irrigation in endodontics. *Dent Clin North Am*, 54, (2), iss. 2. 291–312. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cden.2009.12.001>.
11. Jhamb S. (2010). An in vitro study of antibacterial effect of calcium hydroxide and chlorhexidine on *Enterococcus faecalis*. *Indian J Dent Res*, 21(4): 512–514. DOI: <https://doi.org/10.4103/0970-9290.74222>.
12. A. Ganesh, V. Nagendrababu, A. John, K. Deivanayagam. (2015). The Effect of Addition of an EPS Degrading Enzyme with and without Detergent to 2% Chlorhexidine on Disruption of *Enterococcus faecalis* Biofilm: A Confocal Laser Scanning Microscopic Study. *J Clin Diagn Res*, 9 (11): 61–65. DOI: <https://doi.org/10.7860/JCDR/2015/14602.6829>.
13. Nowicki J.B. (2011). An in vitro spectroscopic analysis to determine the chemical composition of the precipitate formed by mixing sodium hypochlorite and chlorhexidine. *J Endod*, 37(7): 983–988. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.joen.2011.03.033>.
14. Clarkson R.M. (2011). Influence of ethylenediaminetetraacetic acid on the active chlorine content of sodium hypochlorite solutions when mixed in various proportions. *J Endod*, 37(4): 538–543. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.joen.2011.01.018>.
15. Ng Y.L. (2011). A prospective study of the factors affecting outcomes of nonsurgical root canal treatment: part 1: periapical health and part 2: tooth survival. *Int Endod J*, 44(7): 583–609; 610–625. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2011.01872.x>.

16. J. Jose, S. Krishnamma, F. Peedikayil, S. Aman et al. (2016). Comparative Evaluation of Antimicrobial Activity of QMiX, 2.5% Sodium Hypochlorite, 2% Chlorhexidine, Guava Leaf Extract and Aloe vera Extract Against *Enterococcus faecalis* and *Candida albicans* — An in-vitro Study. *J Clin Diagn Res*, 10(5): 20–23. DOI: <https://doi.org/10.7860/JCDR/2016/17705.7747>.
17. S. K. Huffaker, K. Safavi, L. S. W. Spangberg et al. (2010). Influence of a Passive Sonic Irrigation System on the Elimination of Bacteria from Root Canal Systems: A Clinical Study. *J Endod*, 36(8): 1315–1318. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.joen.2010.04.024>.
18. S.Y. You, et al. (2010). Lifespan of one nickel-titanium rotary file with reciprocating motion in curved root canals. *J of Endod*, 36(12): 1991–1994. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.joen.2010.08.040>.
19. Haapasalo M. (2008). Irrigants and intracanal medicaments. *Ingle's endodontics*: 992–1018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.joen.2007.04.008>.
20. Johnson M. (2012). Canal and isthmus debridement efficacy using a sonic irrigation technique in a closed-canal system. *J Endod*, 38(9): 1265–1268. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.joen.2012.05.009>.
21. M. Mancini et al. (2013). Smear layer removal and canal cleanliness using different irrigation systems (EndoActivator, EndoVac, and passive ultrasonic irrigation): field emission scanning electron microscopic evaluation in an in vitro study. *J Endod*, 39(11): 1456–60. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.joen.2013.07.028>.
22. E. Bezirtoglou, S. M. Cretoiu, M. Moldoveanu, A. Alexopoulos, V. Lazar, M. Nakou. (2008). A quantitative approach to the effectiveness of ozone against microbiota organisms colonizing toothbrushes. *J Dent*, 36(8): 600–5. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2008.04.007>.
23. L. A. Sechi, I. Lezcano, N. Nunez, M. Espim, I. Duprè, A. Pinna et al. (2001). Antibacterial activity of ozonized sunflower oil (Oleozone). *J Appl Microbiol*, 90(2): 279–284. DOI: <https://doi.org/10.1046/j.1365-2672.2001.01235.x>.

### Effectiveness of Using Irrigation Solution to Remove Residues and Smear Layer in Root Canals: Research Using Scanning Electron Microscopy

Kolenko, Yu., Semenova, I., Kolesova, N.

Bogomolets National Medical University

**Relevance.** The widespread prevalence of destructive forms of apical periodontitis, especially among the working-age population, the impact of this pathology on human health, including psycho-emotional status, and the medical and social problems arising from tooth loss as a result of this disease confirm the need to search for new methods of treating this pathology.

**The study aims** to determine the quality of chemo-mechanical treatment of root canals using root canal irrigation with sound activation, as assessed by scanning electron microscopy data.

**Materials and methods.** For this part of the study, 157 patients were examined who, for various reasons (orthodontic, periodontal), were scheduled for tooth extraction. Forty teeth were selected for the study. According to the standard instrumental treatment technique (apical-coronal or coronal-apical), the root canals of the teeth were treated in a series of experimental studies using a 6% sodium hypochlorite solution and ozonized water. An ultrasonic endoactivator (Dentsply) was employed for 1 minute. Electron microscopic studies were performed using scanning electron microscopy. The processing and analysis of the obtained data were performed using the "Statistics 16.4" statistical software package.

**Results.** After instrumental treatment of root canals with a 6% sodium hypochlorite solution and ozonized water, the contaminated layer is also reliably removed from the walls of the root canals. Most of the dentinal tubule openings are open. However, often, crusts and residues of the contaminated layer remain. The additional use of Endoactivator (Dentsply) with ozonized water enables more effective treatment of root canals. In particular, more reliable opening of the dentinal tubules is achieved throughout the entire length of the root canal: in its apical, middle, and coronal parts. Using an improved irrigation technique, it was possible to achieve significantly better results in cleaning the root dentine, with a mean improvement of  $1.32 \pm 0.16$  points.

**Conclusions.** Morphological studies have shown that endodontic treatment of root canals using a 6% sodium hypochlorite solution, ozonized water and under the action of an ultrasonic Endoactivator (Dentsply) for 1 minute, a more reliable opening of the dentinal tubules is achieved throughout the entire length of the root canal: in its apical, middle and apical parts. The proposed method of chemical-mechanical root canal treatment enables the effective cleaning of root canal walls by  $1.29 \pm 0.13$  points, as classified by Mahmoud Torabinejad and Abbasali Khademi,  $p < 0.1$ . The proposed method is effective in cleaning the apical part of the root,  $1.71 \pm 0.38$  points at  $p < 0.1$ .

**Keywords:** apical periodontitis, endodontic treatment, chemomechanical treatment, sodium hypochlorite, Endoactivator.

**Коленко Юлія Геннадіївна** — доктор медичних наук, професор, завідувачка кафедри терапевтичної стоматології, НМУ імені О. О. Богомольця, м. Київ, Україна.

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0003-1659-3333>

**Семенова Ілона Сергіївна** — кандидат медичних наук, асистент кафедри терапевтичної стоматології, НМУ імені О. О. Богомольця, м. Київ, Україна.

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-3251-9101>

**Колесова Наталія Валентинівна** — кандидат медичних наук, асистент кафедри терапевтичної стоматології, НМУ імені О. О. Богомольця, м. Київ, Україна.

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-5580-2209>

*Стаття: надійшла до редакції 01.05.2025 р.; прийнята до друку 18.06.2025 р.*



Видавничий будинок «Експерт» у співпраці з Науковою установою «Науково-дослідний центр сталого розвитку» надає послуги з реєстрації авторських прав на твір та отриманні Державного Свідоцтва про реєстрацію авторського права на твір.

Авторські свідоцтва можуть бути отримані для наукових статей, монографій, тез конференцій, методичних та інших наукових матеріалів, які опубліковані в будь-якому виданні або готуються до публікації.

Наявність авторських свідоцтв у викладачів закладів вищої освіти передбачена пп. 2 п. 38 Постанови КМУ «[Про затвердження ліцензійних умов провадження освітньої діяльності](#)» № 1187 від 30 грудня 2015 року.

Для отримання Державного Свідоцтва про реєстрацію авторських прав на твір автору необхідно надіслати на [E-mail: info@csr.com.ua](mailto:info@csr.com.ua) статтю/науковий матеріал у форматі \*.doc (\*.docx), \*.pdf або гіперпосилання на статтю/науковий матеріал.

Детальна інформація представлена за посиланням: <https://www.csr.com.ua/copyright>