

¹Мочалов Ю. О., ²Голінка О. П., ¹Гузо Н. Н., ³Ступницька О. М.

Удосконалення засобів для повітряно-абразивної обробки у порожнині рота (Огляд літератури)

¹ДВНЗ «Ужгородський національний університет», м. Ужгород, Україна

²Приватна практика, м. Київ, Україна

³Національний університет охорони здоров'я імені П.Л. Шупика, м. Київ, Україна

Мета дослідження – проаналізувати зміст джерел науково-медичної інформації, які стосуються розвитку та впровадження повітряно-абразивної обробки в стоматологічну практику.

Матеріали та методи: було виконано інформаційний пошук в доступних електронних базах науково-медичної інформації за відповідними ключовими словами «абразив», «повітряно-абразивна обробка», «air-flow», «air-blasting» в системах «PubMed», «Scopus» та «Web of Science». Глибина пошуку становила 10 років, у тому числі включали вторинні джерела інформації.

Результати. Протягом останніх двох десятиліть повітряно-абразивна обробка в порожнині рота стала майже стандартом проведення професійної гігієни порожнини рота в стоматологічних закладах охорони здоров'я в Україні. На момент створення така технологія передбачала застосування порошку натрію бікарбонату (сода), який був доступний у стоматологічній практиці. В ході визначення основ технології Robert Black сформулював базові вимоги для абразивних матеріалів, які застосовуються у практиці. За відсутності прийнятих стандартів виготовлення та показників таких виробів загальним консенсусом є перелік вимог до порошоків для повітряно-абразивної обробки: безпечне видалення зубних нашарувань без пошкодження поверхні емалі, відсутність травми м'яких тканин та інших структур зуба, не затримуватися в порожнині рота після обробки, відсутність реакції чужорідного тіла при випадковій нетривалій ретенції в організмі пацієнта. Змінними факторами впливу при виконанні повітряно-абразивної обробки в стоматології залишаються розмір частинок, тиск в наконечнику, відстань до оброблюваної поверхні, кут між поверхнею та струменем, час обробки та різальна швидкість струменя. Найпоширенішими речовинами, що застосовуються в якості абразивного компонента, при повітряно-абразивній обробці є натрію бікарбонат, кальцію карбонат, гліцин та еритритол.

Висновки. На сьогодні тривають дослідження для проведення клінічної стандартизації та розробки протоколів повітряно-абразивної обробки у стоматології, удосконалення технології виготовлення абразивних порошоків та введення у практику нових речовин з високими очищувальними властивостями та мінімально інвазивним впливом на тканини та поверхні в порожнині рота.

Ключові слова: стоматологія, повітряно-абразивна обробка, порожнина рота, пародонт, сода, карбонат кальцію, гліцин, еритритол.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дослідження є фрагментом планової науково-дослідної теми «Вдосконалення та клінічна оцінка методик діагностики, лікування та профілактики стоматологічних захворювань у дорослих та дітей», № держ. реєстрації 0123U100414.

Вступ

Запальні та дистрофічні ураження тканин пародонту є серйозною медичною проблемою в багатьох країнах світу, і Україна не є винятком. Загальноновизнаним підходом у лікуванні таких нозологічних форм є усунення формованої

бактеріальної біоплівки, яка ініціює та підтримує тривалий запальний процес у тканинах пародонту, результатом якого виступає втрата епітеліального прикріплення та деструкції кісткової тканини альвеолярного паростка щелепи. Одним із провід-

них підходів до розв'язання проблеми є застосування нехірургічного лікування, частиною якого виступає виконання професійної гігієни порожнини рота з підтримувальною протизапальною терапією [1-3].

Протягом останніх двох десятиліть повітряно-абразивна обробка в порожнині рота стала майже стандартом проведення професійної гігієни порожнини рота в стоматологічних закладах охорони здоров'я в Україні. Успіхи застосування такої технології пов'язують з максимально ефективним та успішним виданням зубних нашарувань та біоплівки з поверхні зубів, стоматологічних ортопедичних конструкцій та дентальних імплантатів за відсутності безпосереднього контакту з оброблюваною поверхнею. Сама конструкція наконечника чи апарата для проведення повітряно-абразивної обробки є відносно стандартною, більш критичним компонентом такої системи є порошок, що застосовується в роботі. За відсутності прийнятих стандартів виготовлення та показників таких виробів загальним консенсусом є перелік вимог до порошоків для повітряно-абразивної обробки: безпечне видалення зубних нашарувань без пошкодження поверхні емалі, відсутність травми м'яких тканин та інших структур зуба, не затримуватися в порожнині рота після обробки, відсутність реакції чужорідного тіла при випадковій нетривалій ретенції в організмі пацієнта [4-6].

Але удосконалення апаратури для повітряно-абразивної обробки та самих засобів для таких процедур відкриває нові напрямки з удосконалення техніки професійної гігієни порожнини рота та лікування захворювань пародонту, поступово сформувалися частково узгоджені окремі правила застосування повітряно-абразивної обробки в порожнині рота в стоматології.

Мета дослідження – проаналізувати зміст джерел науково-медичної інформації, які стосуються розвитку та впровадження повітряно-абразивної обробки в стоматологічну практику.

Матеріали та методи: було виконано інформаційний пошук в доступних електронних базах науково-медичної інформації за відповідними ключовими словами «абразив», «повітряно-абразивна обробка», «air-flow», «air-blasting» в системах «PubMed», «Scopus» та «Web of Science». Глибина пошуку становила 10 років, у тому числі включали вторинні джерела інформації.

Історія повітряно-абразивної обробки в стоматології

Повітряно-абразивна обробка поверхонь у стоматології як додаткова методика в професійній гігієні порожнини рота була вперше запропонована для ви-

користання в 1945 році (також як метод препарування твердих тканин зубів) Robert Black. Оригінально – альтернативний метод для полірування та фінішної обробки пломб та реставрацій зубів. Сама технологія передбачала застосування стисненого струменя повітря, води та абразивного агента в порошкоподібному стані. У 1976 році технологія була офіційно введена в стоматологічну практику в США. Протягом наступних кількох десятиліть тривали дослідження щодо впливу такої обробки на різні матеріали та розроблялися різні підходи до виконання повітряно-абразивної обробки. Було запропоновано окремі режими для обробки композитів різного типу, склоіономерів, поверхонь із золота, амальгами, глазурованої кераміки, титану (гладенького та модифікованого), ортодонтичних дуг та брекетів, важко пігментованої емалі та для підготовки емалі зубів до герметизації [6,7].

Згодом клініцисти та фахівці з гігієни порожнини рота звернули увагу на високоефективну очищувальну дію такої методики. Окремим і перспективним напрямком у професійній гігієні порожнини рота виступив розвиток технології повітряно-абразивної обробки субгінгівальної зони, що потребувало розробки рекомендацій по вибору абразивного матеріалу та окремих вимог щодо розміру та форми частинок абразиву. Окрім того, розвивалися окремі напрямки самої апаратури для проведення повітряно-абразивної обробки. Розроблялися окремо настільні блоки-апарати та апарати, які встановлювалися на універсальні стоматологічні установки. Також окремо були створені комбіновані п'єзоелектричні ультразвукові та магнітострикційні скалери. Незалежно від конструкції повітряно-абразивного апарату, під час роботи стиснені вода й повітря змішуються із порошкоподібним абразивним матеріалом та виходять під тиском із наконечника, утворюючи при цьому двох тільну абразивну систему, яка здатна очищувати та полірувати тверді поверхні, а мікрочастинки абразиву набувають високої кінетичної енергії. На момент створення така технологія передбачала застосування порошку натрію бікарбонату (сода), який був доступний у стоматологічній практиці. В ході визначення основ технології Robert Black сформулював базові вимоги для абразивних матеріалів, які застосовуються у практиці – безпечне очищення, можливість усунення інтенсивних забруднень без порушення інтактного стану емалі зуба, відсутність пошкодження тканин пародонту, інших тканин зуба та СОПР, сумісність із травною системою людини та відсутність розвитку реакцій на стороннє тіло при ретенції частинок абразиву в тканинах [6,8,9].

Розвиток повітряно-абразивної обробки у стоматології

Бікарбонат натрію, як перший застосований у практиці абразивний матеріал, перший отримав ряд протипоказань до застосування – захворювання нирок, безсольова дієта у пацієнта та ряд інших. Першим альтернативним абразивним матеріалом для повітряно-абразивної обробки став тригідрооксид алюмінію. А вже після виходу його на стоматологічний ринок з'явилися кальцію карбонат, гліцин, кальцію-натрію силікат (новамін), а також високоатомні спирти. На сьогодні відсутні уніфіковані стандарти для порошоків, які використовуються при повітряно-абразивній обробці поверхонь у порожнині рота. Найчастіше при дослідженнях порівнюють розміри частинок самих порошоків та їх здатність перебувати в диспергованому стані після проходження через канал наконечника (хендблестер) стоматологічної установки чи через робоче середовище спеціалізованої гігієнічної машини. Відповідно, серед лікарів-стоматологів та зубних гігієністів немає одностайної думки щодо правил та підходів використання різних матеріалів, ступеня їх подрібнення та однорідності розміру й форми частинок та щодо правил усунення тих чи інших «забруднень» на поверхні емалі зубів [2,9,10].

Також на сьогодні виділяють особливі конструкції сопел наконечників для повітряно-абразивної обробки (для супрагінгівальної та субгінгівальної обробки). Наконечники для субгінгівальної обробки виготовляють часто із термопластичних матеріалів, також вони мають окремі конструкційні особливості, які зменшують потенційний ризик травми м'яких тканин при роботі – такі наконечники мають кілька отворів, один по центру (для виходу струменя води) та кілька бокових (для виходу суміші повітря та порошку). Упровадження в практику субгінгівальної обробки повітряно-абразивною сумішшю дозволило виділити окремо дві методики виконання процедури. При першій застосовуються стандартні наконечники й сопла (як для супрагінгівальної обробки) але при відповідній адаптації. Сопло наконечника розташовують паралельно до поверхні кореня на відстані від 4 до 6 мм від кишені, при цьому здійснюють постійні вимітаючі рухи. Поверхню зуба обробляють від 5 до 10 секунд (загалом 20-40 секунд на один зуб). Як правило, таку методику вважають ефективною при глибині патологічної пародонтальної кишені до 5 мм. Інша методика потребує використання одноразового клиноподібного пародонтального сопла, яке вводять до пародонтальних кишень глибиною від 4 до 9 мм, до спротиву вцілілого епітелію, після чого сопло частково відводять назад. Після запуску обробки

сопло рухають колом, кожна поверхня обробляється близько 5 секунд. Остання методика передбачає регулювання інтенсивності потоку та вмісту водо-абразивної суміші [10-13].

Окремим сучасним напрямком розвитку повітряно-абразивної обробки у стоматології стало впровадження її в імплантології, особливо в лікуванні мукозиту та періімплантиту. Останні види уражень є поширеними наслідками дентальної імплантації, і на думку окремих авторів, частота таких уражень варіює в діапазоні від 50 до 80% випадків у імплантатах, які профункціонували від 8 до 10 років. Одним із провідних факторів розвитку мукозиту та періімплантиту є накопичення зубних нашарувань та бактеріальної біоплівки у проміжку між ясенною муфтою та поверхнею дентального імплантата (абатмента), що викликає тривале запалення тканини, яке в ряді випадків може завершуватися також резорбцією кісткової тканини та оголенням витків різьби імплантата. Одним із неприємних факторів прогресування періімплантиту є колонізації механічно модифікованої поверхні дентального імплантата патогенною та умовно-патогенною мікрофлорою, і такі конструкції дуже складно усунути без механічного пошкодження поверхні імплантата. А провідною методикою лікування періімплантиту є механічна обробка уражених поверхонь, деконтамінація/детоксифікація оголеної поверхні імплантата та виконання хірургічних втручань з елементами направленої регенерації тканин, що дозволяє очікувати реінтеграцію імплантата. На сьогодні повітряно-абразивна обробка при лікуванні періімплантиту стає критично необхідним етапом у досягненні успішного лікування [14-18].

Змінними факторами впливу при виконанні повітряно-абразивної обробки в стоматології залишаються наступні: розмір частинок, тиск в наконечнику, відстань до оброблюваної поверхні, кут між поверхнею та струменем, час обробки та різальна швидкість струменя. Розмір частинок абразивного порошку є критичним фактором при такій процедурі. Частинки малого розміру мають меншу масу, є більш керованими в роботі, вони можуть точно знімати шари відкладень та матеріалу. Для усунення більшої маси нашарувань малими частинками потрібно обробляти поверхні триваліше. Тиск струменя також є фактором впливу на ефективність повітряно-абразивної обробки, оскільки збільшення тиску призводить до підвищення кінетичної енергії частинок, які вилітають із сопла. Розмір частинок та рівень тиску суміші є двома факторами, які дозволяють контролювати ефективність, глибину та безпечність

повітряно-абразивної обробки. Тому загально визнано, що малі за розміром частинки під низьким тиском рекомендовано для клінічної роботи, а великі розміри частинок під високим тиском доцільно використовувати в лабораторних умовах та промисловості [19,20].

Відстань до оброблюваної поверхні теж дозволяє регулювати інтенсивність впливу на тканини, мала відстань від сопла передбачає, що частинки на швидкості проходять меншу відстань, зберігаючи вищу кінетичну енергію, при цьому обробка поверхні буде більш інтенсивною. Збільшення відстані від сопла до поверхні призводить до часткового гальмування частинок та зменшення їх впливу. Кут обробки теж може визначати ефективність та інтенсивність обробки, показано, що найбільшу швидкість та енергію мають частинки в струмені, який розташовується під кутом 80 - 90° до поверхні. Але також косий та дотичний напрямок струменя дозволяє ефективно знімати більшу площу матеріалу, майже єдиним шаром. Тому такі фактори як відстань та кут обробки можуть бути легко контрольованими оператором у клініці [21-23].

Час обробки поверхні часто залежить від обсягу матеріалу, який необхідно усунути з оброблюваної поверхні. Доволі часто говорять про статичну обробку – коли поверхня оброблюється зі сталюю швидкістю певний час, та про динамічну обробку – коли швидкість потоку повітряно-абразивної суміші є регульована, що дозволяє скороти час процедури. В окремих випадках форма наконечника та дизайн сопла дозволяє досягнути вищої концентрації абразивних частинок на одиниці площі, що виступає одним із факторів інтенсифікації повітряно-абразивної обробки [4,5].

Основні вироби, які застосовуються для повітряно-абразивної обробки у стоматології

Протягом тривалого часу класичним абразивним порошком був порошок на основі бікарбонату натрію (сода).

Порошок бікарбонату натрію - високо абразивний, з середнім розміром частинок 40-60 мкм (але у деяких виробників розмір частинок досягає до 200 мкм). Такі порошки можуть містити різні смакові домішки. В клінічній практиці використовується для видалення надясенних відкладень і пігментованого нальоту, в тому числі «нальоту курця». Внаслідок наявності гострих країв кристалів та доволі великого розміру частинок, бікарбонат натрію є досить агресивним порошком для слизової оболонки порожнини рота та ясен. Окремі клінічні дослідження показали виражену кровоточивість ясен протягом

5 хвилин і збереження підвищеної чутливості оброблених тканин протягом доби після використання содовмісного порошку.

Світлова та сканувальна електронна мікроскопія порошоків для повітряно-абразивної обробки в стоматології на основі бікарбонату натрію демонстрували наявність чіткої мікро- ультраструктури у таких виробів. Кристали бікарбонату натрію мають різну геометричну форму (прямокутну, трапецієподібну, багатокутну) з досить гострими гранями, що можуть залишати подряпини на поверхні твердих тканин зуба. Паралельні дослідження ультраструктури поверхні емалі зуба після обробки його повітряно-абразивним засобом на основі бікарбонату натрію, було відзначено, що після обробки на поверхні емалі залишаються каверни з нерівними та різкими краями, які за формою та розмірами нагадують форму і розміри часточок порошку. На думку деяких дослідників, поверхня емалі зубів після обробки бікарбонатом натрію нагадує поверхню після кислотного протруювання при адгезивній підготовці. Тому після застосування порошку, що має таку структуру, потрібна додаткова обробка поверхні емалі зуба лікувально-профілактичними засобами, а також полірування з метою зменшення швидкого, повторного накопичення зубного нальоту [5].

Карбонат кальцію – білий порошок, найчастіше природного походження (його видобувають із мінералів, таких як крейда або вапняк) але також може бути синтетичним. Карбонат кальцію також є компонентом природних твердих матеріалів біологічного походження, таких як шкаралупа молюсків та шкаралупа яєць у птахів. Він часто використовується в соєвому або мигдальному молоці як дієтичний кальцій, в окремих кондитерських виробках (у якості барвника), а також у виробництві харчових продуктів та лікарських засобів. Карбонат кальцію також широко використовується у косметичці. Стосовно гігієни порожнини рота, то переважно карбонат кальцію додають до складу зубних паст (у якості додаткового абразиву) для видалення зубного нальоту та часткового полірування поверхні емалі. Також, карбонат кальцію може нейтралізувати кислоти, що чинить додатковий карієсстатичний ефект у порожнині рота. Ще однією потенційною перевагою частинок карбонату кальцію в порожнині рота є їх здатність діяти як резервуар кальцію, вивільняючи його при розчиненні в кислому середовищі й таким чином підвищуючи рівень кальцію в ротовій рідині. Проте технологічно складно поєднувати сполуку кальцію зі фторидами у засобах для гігієни порожнини рота, оскільки може утворюватися лабільний фторид (який швидко ви-

мивається з порожнини рота), що може нівелювати потенційний карієсстатичний ефект, який наявний у вказаних сполук окремо. При повітряно-абразивній обробці порошки карбонату кальцію менше травмують м'які тканини, але максимальний ефект очищення досягається лише при обробці поверхні зубів (чи протетичних конструкцій) під правильним кутом.

У ряду виробників у виробництві є порошки карбонату кальцію (CaCO₃), у яких кристали при висушуванні кон'югують у сферичні кластери розміром 60-70 мікрон. При розробці такої технології передбачали, що однакова сферична форма кон'югованих частинок порошку мінімізує абразивний ефект порівняно з різносоротною формою та розміром частинок, як в інших порошків. Клінічні дослідження демонструють високу ефективність порошків карбонату кальцію при видаленні немінералізованих зубних нашарувань, пігментації емалі. Але при взаємодії з дентином та цементом кореня зуба такі порошки здатні залишати дефекти поверхні, які виявляються більшими, ніж від впливу соди. При дослідженні повітряно-абразивного засобу на основі карбонату кальцію методом сканувальної електронної мікроскопії було виявлено, що кристали карбонату кальцію переміщуючись поверхнею емалі зуба, створюють ефект «кочення», збирають наліт і одночасно полірують поверхню, що веде до зменшення накопичення зубних нашарувань [5,24].

Гліцин

Гліцин (амінооцтова кислота або глікокол) це поширена в природі амінокислота, найпростіша органічна аліфатична амінокислота, яка є похідною карбонових кислот. У природі гліцин можна знайти у складі білків, він є необхідним при синтезі пуринових основ та порфіринів. Також він виступає провідним гальмівним нейромедіатором у головному мозку. Саме тому гліцин більш відомий як седативний препарат зі слабкою антидепресивною дією, саме ця сполука застосовується з метою нормалізації обміну нейромедіаторів та для підвищення росту м'язової маси у професійному спорті. У стоматології для повітряно-абразивної обробки поверхонь кристалічний гліцин використовується відносно недавно (до 15 років). Зазвичай застосовують порошки з розміром кристалів гліцину менш за 45 мкм, але на ринку присутні порошки з розміром частинок 20 - 65 мкм. Порівняно із неорганічними абразивними порошками гліциновий порошок вважають більш безпечним для поверхні зуба та для реставрацій зубів. Ряд досліджень показали, що гліцин при очищенні поверхні не пошкоджує останню навіть при тривалій

обробці. Особливо краще гліцин поводить себе при взаємодії з тканинами маргінального пародонту та оголеною поверхнею кореня зуба. В ряді публікацій сьогодні можна віднайти думку щодо однакової ефективності застосування гліцину в порівнянні з проведенням ультразвукової обробки поверхні, і його застосування призводить до прогресивного покращення симптомів ураження пародонту (кровоточивість, глибина зондування та стан прикріплення). До того, патоморфологічні дослідження тканин пародонту показали, що застосування гліцину чинить більш щадний вплив на структуру тканин, ніж ультразвукова обробка.

Також 90-денне спостереження за колонізацією оброблених поверхонь в порожнини рота показало сповільнення відновлення біоплівки, особливо знижувалися показники колонізації пародонтопатогенними штамми *Porphyromonas gingivalis*. Додатково було запропоновано модифікацію гліцинового порошку шляхом включення до складу трикальційфосфату, у такому вигляді абразивні властивості суміші значно підвищуються [5,16,17].

Еритритол

Еритритол є 4-вуглецевим спиртом (поліолом), який проявляє достатньо властивостей, характерних для групи поліолів (сорбіт та ксиліт), і переважно він використовується в якості цукрового замітника. Загалом, еритритол має рівень солодкості 60-80% від солодкості чистого цукру. Виробництво такої сполуки є ферментативним, максимально наближеним до натурального. Він добре споживається, не має токсичних та побічних ефектів. Безпечність та толерантність людського організму до еритритолу була показана в ряді досліджень, які тривають із 1996 року, коли він був офіційно дозволений для використання в харчовій індустрії. Показано, що добове споживання еритритолу в кількості 1 г на кілограм маси тіла не викликає ні токсичних, ні побічних ефектів, особливо зі сторони ШКТ, чого, наприклад не можна сказати про гомологічну сполуку – ксиліт.

Таку речовину для застосування в повітряно-абразивній обробці в стоматології було запропоновано відносно недавно. Подібно до гліцину, еритритол теж мінімально ушкоджує м'які тканини в порожнині рота та тверді тканини зуба, при цьому очищувальні властивості є доволі високі. На стоматологічному ринку серед порошків для повітряно-абразивної обробки порошок еритритолу має найменший середній розмір частинок – близько 14 мкм, що забезпечує ефективно усунення забруднень та нашарувань без пошкодження м'яких тканин та поверхні зуба. Також

така форма й розміри дозволяють досягати хороших полірувальних властивостей.

Ряд досліджень вказують на бактеріостатичний ефект еритритолу на патогенні мікроорганізми та формування зубного нальоту (особливо біоплівки за участі *S. mutans*). Клінічні дослідження вказують на рівноцінність бактеріостатичного ефекту в порожнині рота до ксиліту. Але експериментальні роботи показують на більш потужний та тривалий ефект еритритолу на патогенні стрептококи в порожнині рота. Makinen та ін., в експериментальних дослідженнях показали, що окремі штами *S. mutans* при інкубуванні в 0,6 М розчині еритритолу, сорбіту та ксиліту протягом 5 годин мають виражену затримку росту, при цьому найбільш вираженою була затримка в розчині еритритолу. Бактеріостатичний ефект останнього пов'язують з осмолярним ефектом багатоатомних спиртів та заданістю проникати через клітинні мембрани бактерій. Але такого вираженого ефекту немає в інших багатоатомних спиртів – мальтитолу, ксиліту та сорбіту. І це пов'язують із впливом еритритолу на ферментні системи стрептококів – глікозилтрансферазу та фруктозилтрансферазу. Тому для еритритолу було встановлено бактеріостатичний ефект на *S. mutans*, *S. sanguinis*, *S. salivarius* та *S. Sobrinus*, а також зниження біоплівкоутворювальних властивостей через пригнічення синтезу полісахаридів. В інших дослідження (Hashino et al.) також показали вплив еритритолу на зниження формування біоплівки за участі *Porphyromonas gingivalis* та *Streptococcus gordonii*.

Варто відзначити, що еритритол та ефекти його клінічного застосування є об'єктом вивчення в багатьох дослідженнях, які сьогодні проводяться на лабораторному та клінічному рівнях у багатьох країнах, і є дотичними до стоматології [2,24-29].

Висновки

Отже, на сьогодні повітряно-абразивна обробка в порожнині рота поступово стала щоденною загальноживаною процедурою, яка застосовується у стоматологічній практиці з профілактичною та лікувальною метою. Успіхи застосування такої технології пов'язують з максимально ефективним та успішним виданням зубних нашарувань та біоплівки з поверхні зубів, стоматологічних ортопедичних конструкцій та дентальних імплантатів за відсутності безпосереднього контакту з оброблюваною поверхнею. Сама конструкція наконечника чи апарата для проведення повітряно-абразивної обробки є відносно стандартною, більш критичним компонентом такої системи є порошок, що застосовується в роботі. За відсутності прийнятих стандартів виготовлення та показників таких виробів загальним консенсусом є перелік вимог до порошоків для повітряно-абразивної обробки: безпечне видалення зубних нашарувань без пошкодження поверхні емалі, відсутність травми м'яких тканин та інших структур зуба, не затримуватися в порожнині рота після обробки, відсутність реакції чужорідного тіла при випадковій нетривалій ретенції в організмі пацієнта. Змінними факторами впливу при виконанні повітряно-абразивної обробки в стоматології залишаються розмір частинок, тиск в наконечнику, відстань до оброблюваної поверхні, кут між поверхнею та струменем, час обробки та різальна швидкість струменя. Найпоширенішими речовинами, які застосовуються в якості абразивного компонента при повітряно-абразивній обробці є натрію бікарбонат, кальцію карбонат, гліцин та еритритол. На сьогодні тривають дослідження для проведення клінічної стандартизації та розробки протоколів повітряно-абразивної обробки у стоматології, удосконалення технології виготовлення абразивних порошоків та введення у практику нових речовин з високими очищувальними властивостями та мінімально інвазивним впливом на тканини та поверхні в порожнині рота.

ПОСИЛАННЯ

1. Bühler J, Amato M, Weiger R, Walter C. A systematic review on the effects of air polishing devices on oral tissues. *Int J Dent Hyg.* 2016;14(1):15-28. doi: 10.1111/idh.12120.
2. Graumann SJ, Sensat ML, Stoltenberg JL. Air polishing: a review of current literature. *J Dent Hyg.* 2013;87(4):173-80. PMID: 23986410.
3. Onisor F, Mester A, Mancini L, Voina-Tonea A. Effectiveness and Clinical Performance of Erythritol Air-Polishing in Non-Surgical Periodontal Therapy: A Systematic Review of Randomized Clinical Trials. *Medicina (Kaunas).* 2022;58(7):866. doi: 10.3390/medicina58070866.
4. Barnes CM, Covey D, Watanabe H, Simetich B, Schulte JR, Chen H. An in vitro comparison of the effects of various air polishing powders on enamel and selected esthetic restorative materials. *J Clin Dent.* 2014;25(4):76-87. PMID: 26054183.

5. Eram A, Vinay KR, Keni LG, Shetty DD, Zuber M, Kumar S. Air-Abrasion in Dentistry: A Short Review of the Materials and Performance Parameters. *J Biomed Phys Eng.* 2024;14(1):99-110. doi: 10.31661/jbpe. v0i0.2310-1670.
6. Rams TE, Slots J. Effect of supragingival air polishing on subgingival periodontitis microbiota. *Can J Dent Hyg.* 2023;57(1):7-13. PMID: 36968802
7. Tan SL, Grewal GK, Mohamed Nazari NS, Mohd-Dom TN, Baharuddin NA. Efficacy of air polishing in comparison with hand instruments and/or power-driven instruments in supportive periodontal therapy and implant maintenance: a systematic review and meta-analysis. *BMC Oral Health.* 2022;22(1):85. doi:10.1186/s12903-022-02120-6
8. Wenzler JS, Krause F, Bcher S, et al. Antimicrobial Impact of Different Air-Polishing Powders in a Subgingival Biofilm Model. *Antibiotics (Basel).* 2021;10(12):1464. doi:10.3390/antibiotics10121464
9. Kaur A, Bhardwaj A, Kansil S, Kaur R, Kaur S, Gambhir RS. Efficacy evaluation of rubber cup and air polishing techniques using glycine in plaque and stain removal - A clinical trial. *J Family Med Prim Care.* 2021;10(2):636-641. doi: 10.4103/jfmpc.jfmpc_1459_20
10. Hongsathavij R, Kuphasuk Y, Rattanasuwan K. Clinical comparison of the stain removal efficacy of two air polishing powders. *Eur J Dent.* 2017;11(3):370-375. doi: 10.4103/ejd.ejd_152_17
11. Gheorghe DN, Bennardo F, Silaghi M. Subgingival Use of Air-Polishing Powders: Status of Knowledge: A Systematic Review. *J Clin Med.* 2023;12(21):6936. doi:10.3390/jcm12216936
12. Jentsch HFR, Flechsig C, Kette B, Eick S. Adjunctive air-polishing with erythritol in nonsurgical periodontal therapy: a randomized clinical trial. *BMC Oral Health.* 2020;20(1):364. doi:10.1186/s12903-020-01363-5
13. Kruse AB, Maamar R, Akakpo DL, et al. Effects of subgingival air-polishing with trehalose powder on oral biofilm during periodontal maintenance therapy: a randomized-controlled pilot study. *BMC Oral Health.* 2020;20(1):123. doi: 10.1186/s12903-020-01111-9
14. Biazussi BR, Perrotti V, D'Arcangelo C, et al. Evaluation of the Effect of Air Polishing with Different Abrasive Powders on the Roughness of Implant Abutment Surface: An In Vitro Study. *J Oral Implantol.* 2019;45(3):202-206. doi:10.1563/aaid-joi-D-18-00156
15. Taschieri S, Weinstein R, Del Fabbro M, Corbella S. Erythritol-Enriched Air-Polishing Powder for the Surgical Treatment of Peri-Implantitis. *Scientific World Journal.* 2015; 2015:802310. doi:10.1155/2015/802310
16. Huang N, Li Y, Chen H, Li W, Wang C, Ou Y, Iikubo M, Chen J. The clinical efficacy of powder air-polishing in the non-surgical treatment of peri-implant diseases: A systematic review and meta-analysis. *Jpn Dent Sci Rev.* 2024; 60:163-174. doi: 10.1016/j.jdsr.2024.05.003.
17. Boeira PO, dos Santos CS, de Azevedo Kinalski M, Brondani LP, Pereira-Cenci T, da Silveira Lima G. Glycine air-polishing versus curette debridement for the treatment of peri-implant mucositis: a systematic review and meta-analysis. *Dent Rev.* 2021;1(1) doi: 10.1016/j.dentre.2021.100003
18. Corbella S, Radaelli K, Alberti A, Francetti L, Taschieri S. Erythritol powder airflow for the treatment of peri-implant mucositis: A randomized controlled clinical trial. *Int J Dent Hyg.* 2024. doi: 10.1111/idh.12814.
19. Amodeo AA, Butera A, Lattari M, et al. Consensus Report of the Technical-Scientific Associations of Italian Dental Hygienists and the Academy of Advanced Technologies in Oral Hygiene Sciences on the Non-Surgical Treatment of Peri-Implant Disease. *Int J Environ Res Public Health.* 2023;20(3):2268. doi:10.3390/ijerph20032268
20. Kaur G, Grover V, Malhotra R, Kapoor A. Comparative evaluation of gingival trauma by Prophy-Jet and rubber-cup polishing techniques using aluminium trihydroxide. *Indian J Dent.* 2015;6(3):130-134. doi:10.4103/0975-962X.163041
21. Sturz CR, Faber FJ, Scheer M, Rothamel D, Neugebauer J. Effects of various chair-side surface treatment methods on dental restorative materials with respect to contact angles and surface roughness. *Dent Mater J.* 2015;34(6):796-813. doi:10.4012/dmj.2014-098
22. Bastendorf KD, Strafela-Bastendorf N, Lussi A. Mechanical Removal of the Biofilm: Is the Curette Still the Gold Standard? *Monogr Oral Sci.* 2021; 29:105-118. doi: 10.1159/000510187.
23. Weusmann J, Deschner J, Keppler C, Imber JC, Cores Ziskoven P, Schumann S. The working angle in low-abrasive air polishing has an influence on gingival damage-an ex vivo porcine model. *Clin Oral Investig.* 2023;27(10):6199-6207. doi:10.1007/s00784-023-05236-3
24. Mäkinen KK, Saag M, Isotupa KP, Olak J, Nömmela R, Söderling E, Mäkinen PL. Similarity of the effects of erythritol and xylitol on some risk factors of dental caries. *Caries Res.* 2005;39(3):207-15. doi: 10.1159/000084800.
25. Amate-Fernández P, Figueiredo R, Blanc V, Álvarez G, León R, Valmaseda-Castellón E. Erythritol-enriched powder and oral biofilm regrowth on dental implants: an in vitro study. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal.* 2021;26(5): e602-e610. doi:10.4317/medoral.24622
26. Park EJ, Kwon EY, Kim HJ, Lee JY, Choi J, Joo JY. Clinical and microbiological effects of the supplementary use of an erythritol powder air-polishing device in non-surgical periodontal therapy: a randomized clinical trial. *J Periodontal Implant Sci.* 2018;48(5):295-304. doi:10.5051/jpis.2018.48.5.295
27. Martins O, Costa A, Silva D. The efficacy of air polishing devices in supportive periodontal therapy: Clinical, microbiological and patient-centred outcomes. A systematic review. *Int J Dent Hyg.* 2023;21(1):41-58. doi: 10.1111/idh.12635.
28. Abdulbaqi HR, Shaikh MS, Abdulkareem AA, Zafar MS, Gul SS, Sha AM. Efficacy of erythritol powder air-polishing in active and supportive periodontal therapy: A systematic review and meta-analysis. *Int J Dent Hyg.* 2022;20(1):62-74. doi: 10.1111/idh.12539.
29. Hashino E, Kuboniwa M, Alghamdi SA, Yamaguchi M, Yamamoto R, Cho H, Amano A. Erythritol alters microstructure and metabolomic profiles of biofilm composed of *Streptococcus gordonii* and *Porphyromonas gingivalis*. *Mol Oral Microbiol.* 2013;28(6):435-51. doi: 10.1111/omi.12037.

The improvement of tools for air-abrasive processing in the oral cavity (Literature review)

¹Mochalov Iu., ²Golinka O., ¹Guzo N., ³Stupnitska O.

¹ Uzhhorod National University, Uzhhorod, Ukraine, ² Private dental practice, Kyiv, Ukraine, ³ National University of Health Care named by P. L. Shupik, Kyiv, Ukraine

The purpose of the study is to analyze the content of sources of scientific and medical information related to the development and implementation of air-abrasive processing in dental practice.

Materials and methods: an information search was performed in the available electronic databases of scientific and medical information using the relevant keywords «abrasive», «air-abrasive processing», «air-flow», «air-blasting» in the systems «PubMed», «Scopus » and «Web of Science». The search depth was 10 years, including secondary sources of information.

Results. During the last two decades, air-abrasive treatment in the oral cavity has become almost a standard for professional oral hygiene in dental healthcare institutions in Ukraine. At the time of its creation, this technology involved the use of sodium bicarbonate (soda) powder, which was available in dental practice. In the course of defining the basics of the technology, Robert Black formulated the basic requirements for abrasive materials used in practice. In the absence of accepted manufacturing standards and indicators of such products, the general consensus is a list of requirements for powders for air-abrasive processing: safe removal of dental layers without damage to the enamel surface, no trauma to soft tissues and other structures of the tooth, not to linger in the oral cavity after processing, absence of reaction of a foreign body in case of accidental short-term retention in the patient's body. Variable influencing factors when performing air-abrasive processing in dentistry remain particle size, pressure in the tip, distance to the treated surface, angle between the surface and the jet, processing time and cutting speed of the jet. The most common substances used as an abrasive component in air-abrasive processing are sodium bicarbonate, calcium carbonate, glycine, and erythritol.

Conclusions. Currently, research is ongoing for clinical standardization and development of protocols for air-abrasive treatment in dentistry, improvement of abrasive powder manufacturing technology, and introduction into practice of new substances with high cleaning properties and a minimally invasive effect on tissues and surfaces in the oral cavity.

Key words: dentistry, air-abrasive processing, oral cavity, periodontium, soda, calcium carbonate, glycine, erythritol.

Мочалов Юрій Олександрович – доктор медичних наук, професор, професор кафедри хірургічної стоматології та клінічних дисциплін, ДВНЗ «Ужгородський національний університет», вул. Університетська, 16-А, Ужгород, 88015, Україна, <https://orcid.org/0000-0002-5654-1725>, +380679943773, e-mail: yuriy.mochalov@uzhnu.edu.ua

Голінка Ольга Павлівна - лікар-стоматолог, ФО-П, вул. Рональда Рейгана, 34/51, Київ, Україна, 02225 <https://orcid.org/0009-0009-7780-9768>

Гузо Нуцу Нуцович - лікар-стоматолог, аспірант кафедри хірургічної стоматології та клінічних дисциплін, ДВНЗ «Ужгородський національний університет», вул. Університетська, 16-А, Ужгород, 88015, Україна <https://orcid.org/0009-0005-1409-6028>

Ступницька Олена Миколаївна – кандидат медичних наук, доцент, доцент кафедри стоматології, Національний університет охорони здоров'я імені П.Л. Шупика, вул. Пимоненка, 10а, м. Київ, 04050, Україна <https://orcid.org/0000-0001-5461-2692>

Стаття: надійшла до редакції 02.06.2024р.-прийнята до друку 21.06.2024р.