

Дмитро Білий,

доктор ветеринарних наук, професор

Дніпровський державний аграрно-економічний університет,

м. Дніпро, Україна

ORCID ID: 0000-0003-3896-0384

e-mail: dmdmbeliy@ukr.net

Павло Скліаров,

доктор ветеринарних наук, професор

Дніпровський державний аграрно-економічний університет,

м. Дніпро, Україна

ORCID ID: 0000-0002-4379-9583

e-mail: skliarov.p.m.@dsau.dp.ua

Дмитро Масюк,

доктор ветеринарних наук, професор

Дніпровський державний аграрно-економічний університет,

м. Дніпро, Україна

ORCID ID: 0000-0002-2800-2580

e-mail: dimasiuk@gmail.com

Вячеслав Самойлюк,

кандидат ветеринарних наук, доцент

Дніпровський державний аграрно-економічний університет,

м. Дніпро, Україна

ORCID ID: 0000-0001-8400-8904

e-mail: samoluk1966@ukr.net

Вячеслав Вакулик

кандидат історичних наук, доцент

Дніпровський державний аграрно-економічний університет,

м. Дніпро, Україна

ORCID ID: 0000-0001-8773-2287

e-mail: zemskiyvet@i.ua

Марина Лєшова

кандидатка ветеринарних наук, доцентка

Дніпровський державний аграрно-економічний університет,

м. Дніпро, Україна

ORCID ID: 0000-0002-4251-4152

e-mail: lieshchova.m.o@dsau.dp.ua

Андрій Телятніков,

доктор ветеринарних наук, професор

Одеський державний аграрний університет, м. Одеса, Україна

ORCID ID: 0000-0002-7772-8679

e-mail: telyatnikov1973@ukr.net

ЕНДОДОНТИЧНЕ ЛІКУВАННЯ У СОБАК

Анотація

Останні роки характеризуються збільшенням поголів'я собак, серед яких значну частку порід складають сприйнятливі до стоматологічної патології (насамперед, собаки карликових і дрібних порід). Водночас, підвищуються вимоги до рівня надання стоматологічної допомоги, що слугує підґрунтям для підвищення ефективності лікування зубної патології. Найменш вивченою залишається ендодонтичне лікування «незрілих» постійних зубів. Наявна в публікаціях інформація свідчить про інтенсивні пошуки вирішення проблеми в двох напрямках: удосконалення адаптованих із гуманної медицини хірургічних технік та оцінка клінічних можливостей використання фармакологічних засобів в для купування запального процесу, асептизації і знеболювання та стоматологічних матеріалів для заповнення каналів і реконструкції зубів. Представлена в опублікованих рукописах інформація багатовекторна, часто стосується опису окремих клінічних випадків або кількість досліджених тварин не перевищує п'ять особин, що недостатньо для обґрунтованих заключень. Найбільш поширеним варіантом лікування є комбінація гутаперчі та силеру (за допомогою силеру забезпечують герметизацію, гутаперчі – заповнення порожнини зубного каналу), матеріал на основі мінерального триоксиду (ProRoot White MTA, RetroMTA, Quick-Set). Потенційно перспективним напрямком у ветеринарній стоматології є використання плазми і фібрину, збагачених тромбоцитами. Оцінка результатів ендодонтичного лікування базується на результатах гістологічного дослідження, визначення біологічної сумісності (матеріал/кістка), герметичності, інтенсивності запалення (у динаміці). Наразі відсутня інформаційна база, яка об'єднує дані щодо ефективності лікування собак із хворобами зубів і пародонту, що є одним із стримуючих факторів розвитку стоматології дрібних домашніх тварин. Проведений аналіз засвідчив актуальність клінічних і наукових досліджень у сфері ветеринарної стоматології.

Ключові слова: собаки, хвороби зубів, запалення, кореневі канали, пульпіт, пародонтит, лікування, пломбування, стоматологічні матеріали, рентгенодіагностика, гістологія.

Вступ. Останні роки знаменуються інтенсивним розвитком ветеринарної стоматології як у напрямку застосування сучасних матеріалів, так і удосконалення клінічних технік щодо надання спеціалізованої допомоги за хвороб пародонту та зубів у дрібних домашніх тварин, у тому числі і собак. Проте, різні методологічні підходи до діагностики та проведення лікування на тлі їх адаптації із гуманної медицини, не дозволяють об'єктивно оцінити їх ефективність. Тому доцільним є аналіз інформації, представленої у відкритих публікаціях, для визначення перспективних напрямків хірургічного і консервативного лікування у сфері ветеринарної стоматології собак. Численні сполуки, що використовувалися як матеріали для пломбування кореневих каналів показують різні клінічні результати.

Мета. Враховуючи нагальну потребу в удосконаленні надання спеціалізованої допомоги пацієнтам із стоматологічними хворобами, була поставлена мета дослідження – провести аналітичну оцінку представлених у відкритому доступі публікацій щодо ендодонтичної техніки та пломбувальних матеріалів за лікування захворювань зубів у собак.

Виклад основного матеріалу дослідження. Бажано використовувати терапевтичні методи, що пригнічують проникнення мікробів у запломбовані кореневі канали. Важливим аспектом успішного лікування кореневих каналів у собак є запобігання повторного забруднення за його obturaції. Mohamed et al. [20] довели можливість повторного пломбування кореневих каналів гутаперчею та силером з використанням техніки латеральної конденсації, які перебували в ротовій порожнині відкритими протягом приблизно чотирьох місяців або більше, перед реставрацією коронкою.

Внутрішньоканальна терапія 2% гелем хлоргексидину та пломбування кореня за допомогою Resilon/Eriphany не завжди ефективно пригнічували апікальний періодонтит після коронкової інокуляції. Коріння, яке оброблялось 2% гелем хлоргексидину впродовж тижня із подальшою обробкою Primer Eriphany та заповненням силером Eriphany та Resilon Core мало легке періапікальне запалення значно частіше ($p = 0,009$), ніж коріння, заповнене за 1 сеанс [24].

З меншим апікальним періодонтитом після інокуляції коронкової частини, порівняно із гутаперчею та силером AN26, пов'язане використання системи Resilon «Monoblock» (Resilon з праймером та силером Eriphany), що ймовірно обумовлене її кращою стійкістю до коронкового мікропротікання. Легке запалення спостерігалось у 82% коренів, заповнених гутаперчею та силером AN26, що статистично ($p < 0,05$) було більше, ніж у коренів, заповнених RMS (19%), та коренів у негативному контролі (22%) [25].

Leonardo et al. [18] показали, що кореневі канали, заповнені Eriphany/Resilon з корональною реставрацією, мали значно менше перирадикулярне запалення, ніж за заповнення гутаперчею та Sealapex з корональною реставрацією ($p = 0,021$). Водночас не спостерігалось суттєвої різниці в інтенсивності запалення між кореневими каналами, заповненими Eriphany/Resilon без реставрації, та коренями, заповненими гутаперчею та Sealapex з реставрацією ($p = 0,269$). Корені канали, заповнені гутаперчею та силером Sealapex без корональної реставрації, показали найбільший ступінь перирадикулярного запалення.

de Souza et al. [9] було відзначено, що зубні канали, оброблені матеріалами на основі $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (Sealapex), забезпечили кращі результати ($P = 5\%$), з повним відновленням усіх ділянок резорбції кореня, високою швидкістю біологічного закриття основного каналу та апікальних додаткових каналів новоутвореним цементом, менш інтенсивним та обширним хронічним запальним інфільтратом, а також кращою організацією періодонтальної зв'язки. За випробуваних умов матеріали на основі $\text{Ca}(\text{OH})_2$ сприятливо впливали на загоєння періапікальних тканин та відновлення ортодонтичної резорбції кореня у зубах собак, що пройшли ендодонтичне лікування.

За оцінки нового obturaційного матеріалу для пульпектомізованих зубів на періапикальне запалення, розширення пародонтальної зв'язки (PDL) та резорбцію твердих тканин, встановлено, що 3% хітозан перевершував obturoвані оксидом цинку евгенолом ZOE з точки зору меншого запалення та розширення PDL. Він також зменшував резорбцію кістки та діяв подібно до ZOE відносно резорбції дентину та цементу [4].

Не було виявлено різниці в загоєнні періапикальних тканин після ретроградного пломбування тестованими матеріалами (Sealer 26, Sealapex плюс оксид цинку або агрегат мінерального триоксиду (MTA), що свідчить про однакову корисність цих 3 матеріалів для пломбування кореневих кінців [27].

Для використання в дентоальвеолярній реконструкції у собак придатний натуральний керамічний порошок, отриманий з GBP (біокерамічний кістковий трансплантат з натурального гідроксиапатиту, отриманий з кісткових частинок гусячого дзьоба) [13]. GBR з нерозсмоктуючою мембраною та без замітника кісткового трансплантата міг допомогти зберегти товщину щочної кістки на місці безпосереднього імплантату без дефектів [23].

Холодна кераміка змогла індукувати регенерацію цементу; отже, її можна розглядати як біосумісний матеріал для пломбування кореневих кінців в ендодонтичній хірургії. Застосування холодної кераміки супроводжувалось утворенням цементу у 58,3 %, кісткової мозолі – 83,3 %, утворення пародонтальної зв'язки (PDL) – 58,3 %, тоді як за використання агрегат мінерального триоксиду (MTA) – 87,5; 91,7 та 87,5 % випадків, відповідно [21]. Цемент, збагачений кальцієм (CEM) та агрегат мінерального триоксиду (MTA) були пов'язані з регенеративною реакцією періапикальної тканини при використанні як біоматеріалів для пломбування кореневих кінців. Попередньо кореневі канали були підготовлені, висушені та obturoвані латерально конденсованою гутаперчею з силером, а порожнини коронального доступу були заповнені амальгамою. Після хірургічного оголення верхівок, 2–3 мм апікального кореня було реzeцовано, а порожнини кореневих кінців були підготовлені ультразвуком [3].

Результати, отримані Wälivaara et al. [32], свідчать на користь проміжного реставраційного матеріалу та металорецепторного тубусу (MTA), як матеріалу для ретроградних пломб. MTA має найсприятливішу реакцію періапикальних тканин за порівняння біосумісності із армованим цементом на основі оксиду цинку (Super-EBA).

Лише агрегат мінерального триоксиду (MTA), на відміну від армованого цинк-оксид-евгенольного цементу (IRM), посиленого цинк-оксид-евгенольного цементу (Super EBA) та окису цинку (евгенолу, ZOE) стимулював відкладення твердих тканин при безпосередньому контакті з матеріалом для ретрофілювання, навіть коли він був вставлений у критичних умовах [5].

Хоча Super EBA клінічно не відрізнявся від IRM, він постійно виявлявся найкращим протестованим матеріалом для ретрофілінгу порівняно з двома складами склоіономерного цементу та амальгами з лаком. При порівнянні

залишкової кількості запальних клітин Super EBA мав кращий результат з найменшою кількістю присутніх запальних клітин [30].

МТА та біодентин (Biodentine) продемонстрували клітинну біосумісність. Biodentine продемонстрував кращу герметичну здатність, ніж МТА, при пломбуванні кореневих кінців. Як Biodentine, так і МТА сприяли загоєнню перирадикулярної кістки на моделях перирадикулярної хірургії собак породи бігль [26].

Статистичний аналіз результатів показав менше перирадикулярне запалення та більше фіброзних капсул поблизу МТА порівняно з амальгамою. Крім того, часто спостерігалася наявність цементу на поверхні МТА. Результати показують, що МТА можна використовувати як матеріал для пломбування корневих каналів [29].

Як і МТА, матеріал для відновлення коренів EndoSequence (RRM) є біосумісним матеріалом з хорошою герметичністю. Однак, за допомогою RRM гістологічно досягнуто кращої реакції загоєння тканин, що прилягають до поверхні резцованого кінчика кореня. Кращу тенденцію до загоєння, пов'язану з RRM, можна було виявити за допомогою конусно-променевої комп'ютерної томографії (КЛКТ) і мікрокомп'ютерної томографії [6].

NeoMTA Plus® має кращу ранню біосумісність, ніж МТА Angelus, після одного тижня відстроченого відновлення перфорації фуркації та подібну пізню біосумісність через один та три місяці. Зокрема, спостерігалася значна різниця в кількості запальних клітин між NeoMTA Plus® та МТА Angelus через один тиждень ($p < 0,05$), тоді як через один місяць та три місяці між ними суттєвих відмінностей не було зафіксовано ($p > 0,05$) [1].

Quick-Set2 (кальційалюмосилікатний матеріал) та NeoMTA Plus (трикальційсилікатний матеріал на основі мінерального триоксидного агрегату ProRoot МТА) мали подібний вплив на запалення, реакцію пульпи, формування періодонтальної зв'язки та цементу, а також загоєння апікальної тканини у собак. NeoMTA Plus мав кращу якість дентинного мосту порівняно з Quick-Set2 [33].

Quick-Set (кальцієво-алюмосилікатний цемент) та White ProRoot МТА мали подібний вплив на якість кістки, формування цементу та формування пародонтальної зв'язки після операції на корневих кінчиках у собак. Через 90 днів обидва матеріали певною мірою сприяли утворенню цементу на поверхні матеріалу, регенерації пародонтальної зв'язки та відмінній якості кістки. Єдиною суттєвою відмінністю було більше запалення, виявлене в групі швидкого стягування. Quick-Set був пов'язаний з більшим запаленням [14].

Порівняно з ProRoot White МТА (Dentsply Tulsa Dental Specialties, Талса, Оклахома), Quick-Set демонстрував більше запалення пульпи та зменшену організацію тканини пульпи. Не було відзначено суттєвих відмінностей щодо реакційного формування дентину та якості дентиногенезу [34].

RetroMTA (Meta Biomed Co, Ltd, Сеул, Корея) може бути альтернативою ProRoot МТА (Dentsply Tulsa Dental, Талса, Оклахома). Обидва матеріали забезпечували сприятливі пульпарні реакції, подібні за своєю природою, тоді як

TheraCal (Bisco Inc, Шамбург, Іллінойс) забезпечував менш сприятливі пульпарні реакції. У більшості зразків ProRoot МТА та RetroMTA утворювалися безперервні кальцифікуючі бар'єри, а пульпа містила палісадні візерунки в одонтобластному шарі без запалення. Однак зразки TheraCal мали нижчу якість утворення кальцифікуючого бар'єру, значне запалення та менш сприятливе утворення одонтобластного шару. Загалом, ділянки новоутвореного кальцифікуючого бар'єру були більшими у зразках ProRoot МТА та RetroMTA, ніж у зразках TheraCal. Також імуногістохімія показала, що остеокальцин та дентинний сіалопротеїн були чіткіше видимі у зразках ProRoot МТА та RetroMTA, ніж у зразках TheraCal [17].

В межах обмежень дослідження, тканини пародонту сприятливіше реагували на відновлення перфорації в ділянці фуркації кореня за допомогою МТА, коли його розміщували в менших отворах. Час лікування ставав більш критичним зі збільшенням розміру перфорації. Морфометричні та морфологічні вимірювання не показали суттєвої різниці між негайним та відстроченим відновленням малих перфорацій за допомогою МТА та негативним контролем. Середня товщина пародонтальних зв'язок при відстрочених великих перфораціях становила 0,467 мм, що суттєво відрізнялося від 0,294 мм при відстроченому відновлення малих перфорацій. Площа тканини, що загоюється, у позитивному контролі становила 0,473 мм², що суттєво відрізнялося від 0,311 мм² при відстроченому відновлення великих перфорацій [2].

Результати, отримані Holland et al. [12] показали, що пасти МТА, приготовані з дистильованою водою або пропіленгліколем як розчинниками, мали подібну біологічну поведінку ($p > 0,05$); кореневі пломби, розміщені на межі цементованого каналу, показали кращі результати, ніж перепломбування ($p = 0,01$), а пасту МТА/пропіленгліколь легше вводити в кореневі канали, ніж пасту МТА/дистильовану воду.

Порівняльний аналіз засвідчив, що через 4 тижні показав, що гідроксид кальцію дав значно сприятливіші результати, ніж евгенолом (ZOE). Канали, оброблені гідроксидом кальцію, демонстрували менше запалення, меншу резорбцію та більше зрощення твердих тканин, ніж групи, оброблені ZOE [11].

Гідрони (гідроксипропілен) фагоцитувалися моноклеарними макрофагами фізіологічним чином та зі швидкістю, порівнянною з тканинами кореня. На противагу цьому, ZOE продемонстрував уповільнену резорбцію та тимчасове запалення. Жоден з матеріалів не виявив цитотоксичності. Тому гідрони можуть бути придатним ендодонтичним матеріалом для молочних зубів людини [35].

Дворазове ендодонтичне лікування внутрішньоканальними препаратами на основі гідроксиду кальцію дає кращі гістопатологічні результати. Метааналізи показали значення інтенсивності запального інфільтрату з розміром ефекту: 5,5% ($p < 0,001$), товщини пародонтальної зв'язки: 25,6% ($p < 0,001$), резорбції дентину: 13% ($p = 0,066$), резорбції цементу: 7,1% ($p = 0,001$), резорбції кістки: 1,4% ($p < 0,001$), резорбції мінералізованої тканини: 42,8% ($p = 0,222$),

біологічного апікального герметизації: 13,1% ($p < 0,001$), а наявність мікроорганізмів: 10,3% ($p = 0,025$) [8].

Незважаючи на певні обмеження пломб на основі NaI в порожнині пульпи, включаючи втрату рентгеноконтрастності та зміну кольору зуба, NaI демонструє потенціал як безпечна та ефективна альтернатива матеріалу для пломбування пульпи, зокрема завдяки мінімальному ризику резорбції кореня та запальної реакції [16].

За регенеративного ендодонтичного лікування (PET) кращі результати були досягнуті, застосовуючи як каркас плазму, збагачену тромбоцитами (PRP), а не кров'яний згусток. Застосування PRP може бути варіантом для клінічних випадків, коли кровотеча при подразненні апікальної тканини під час RET була незначною або відсутньою [36].

Один із терапевтичних підходів до лікування «незрілих» зубів з некротичною пульпою – реваскуляризація. Загальноприйнятий протокол включає застосування потрійної антибіотичної пасти (ТАП). Результати дослідження на експериментальних тваринах показали, що ефективність прополісу (об'ємна концентрація розчину 15 % об./об. – відсоткова концентрація показує, скільки частин розчиненої речовини міститься у 100 частинах розчину) як внутрішньоканального препарату порівнянна з ефективністю потрійної антибіотичної пасти (ципрофлосацину, метронідазолу та міноцикліну у концентрації 100 мкг/мл) для реваскуляризаційної терапії [22].

Регенерація некротичної пульпи може бути не досягнута за допомогою сучасних методів, що використовують PRP, та базуються на стимуляції відновлення тканин. Переваги PRP як доповнення для регенерації тканини пульпи в доклінічних дослідженнях залишаються неясними. Необхідні подальші дослідження зі стандартизованими протоколами для оцінки фактичного внеску PRP в ендодонтичну регенеративну терапію [7].

PRP (плазма, збагачена тромбоцитами) та PRF (фібрин, збагачений тромбоцитами) є успішними варіантами лікування для відновлення перфорації фуркації як у неконтамінованих, так і в контамінованих зубах у собак з кращими результатами у неконтамінованих зубах. Як PRP, так і PRF продемонстрували статистично значуще зниження вертикальної втрати кісткової маси та кількості запальних клітин порівняно з МТА. Не було виявлено суттєвої різниці між МТА, PRP та PRF у відкладенні цементу, утворенні нової кістки, резорбції кістки та проліферації епітелію [28].

Використання ендодонтичних obturatorів Thermafil для пломбування кореневих каналів зубів собак (носії з нержавіючої сталі, покриті гутаперчею, були нагріті та вставлені в інструментально оброблені канали зубів) засвідчили технічну простоту техніки виконання, але ідеального апікального заповнення досягнуто не було [10].

За даними Ulbricht et al. [31] техніка obturaції ThermaFil Plus вимагала менше часу та забезпечувала краще рентгенографічне ендодонтичне пломбування, проте при цій техніці спостерігалось значно більше апікальне витікання

барвника порівняно із зубами, які були obtуровані за допомогою техніки вертикального ущільнення SuccessFil.

За клінічної оцінки загального ендодонтичного пломбування та апікального ущільнення за допомогою двох різних методів obturaції (теплої вертикальної та нагрітої латеральної техніки) було встановлено, що техніка теплового вертикального ущільнення може забезпечити краще апікальне ущільнення іклів собак за короткий проміжок часу з меншою кількістю ускладнень obturaції, порівняно з технікою нагрітого латерального нанесення [19].

Використання роторної системи в поєднанні з технікою гутаперчевої апікальної пробки/майстер-конуса є актуальним для ендодонтичного лікування ікол у собак [15].

Таким чином, представлені публікації засвідчили широкий арсенал використовуваного у ветеринарній медицині матеріалів для знезараження, купування запального процесу та заповнення зубних каналів. Значна різноманітність, недостатня у більшості випадків виборка тварин та складність подальшого контролю за здоров'ям органів ротової порожнини у собак не дає змогу об'єктивно оцінити ефективність описаних заходів.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Наразі у клінічній практиці техніки лікування карієсу, ускладненого пульпітом і пародонтитом та використовуваний стоматологічний матеріал, як правило, запозичені із гуманної медицини. Водночас, анатомо-морфологічні особливості у дрібних домашніх тварин, зокрема собак, потребуються практичного відпрацювання технік обробки каналів та пломбування зубів. Наразі залишається значна кількість дискусійних питань, які стосуються ефективності лікування зубів у собак. Тому, зберігається необхідність у клінічній апробації сучасних матеріалів для obturaції зубних каналів, а також удосконалення методик надання спеціалізованої допомоги. Крім того, існує нагальна потреба у створенні загальної бази пацієнтів із стоматологічною патологією.

Ретроспективний аналіз наявних методик лікування та використання різних матеріалів для обробки та заповнення зубних каналів слугує обґрунтуванням розширення клінічних можливостей удосконалення техніки ендодонтичної терапії у собак.

Список використаної літератури

1. Abboud K. M., Abu-Seida A. M., Hassanien E. E., Tawfik H. M. Biocompatibility of NeoMTA Plus® versus MTA Angelus as delayed furcation perforation repair materials in a dog model. *BMC oral health*. 2021. Vol. 21, № 1. P. 192. <https://doi.org/10.1186/s12903-021-01552-w>
2. Alsulaimani R. S. Immediate and Delayed Repair of 2 Sizes of Furcal Perforations in Dogs' Teeth Using Mineral Trioxide Aggregate Cement. *Journal of endodontics*. 2018. Vol. 44. № 6. P. 1000–1006. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2018.02.026>

3. Asgary S., Eghbal M. J., Ehsani S. Periradicular regeneration after endodontic surgery with calcium-enriched mixture cement in dogs. *Journal of endodontics*. 2010. Vol. 36, № 5. P. 837–841. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2010.03.005>
4. Basir L., Babashahi E., Razavi S. M., Manshaei M., Rakhshan V. Effects of Chitosan as a Novel Obturation Material for Pulpectomized Teeth on Periapical Inflammation, Periodontal Ligament Widening, and Hard Tissue Resorption: A Preliminary Exploratory Study on Dogs. *Frontiers in dentistry*. 2024. Vol. 21. P. 22. <https://doi.org/10.18502/fid.v21i22.16034>
5. Bernabé P. F., Holland R., Morandi R., de Souza V., Nery M. J., Otoboni Filho J. A., Dezan Junior E., Gomes-Filho J. E. Comparative study of MTA and other materials in retrofilling of pulpless dogs' teeth. *Brazilian dental journal*. 2005. Vol. 16, № 2. P. 149–155. <https://doi.org/10.1590/s0103-64402005000200012>
6. Chen I., Karabucak B., Wang C., Wang H. G., Koyama E., Kohli M. R., Nah H. D., Kim S. Healing after root-end microsurgery by using mineral trioxide aggregate and a new calcium silicate-based bioceramic material as root-end filling materials in dogs. *Journal of endodontics*. 2015. Vol. 41, № 3. P. 389–399. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2014.11.005>
7. Del Fabbro M., Lolato A., Bucchi C., Taschieri S., Weinstein R. L. Autologous Platelet Concentrates for Pulp and Dentin Regeneration: A Literature Review of Animal Studies. *Journal of endodontics*. 2016. Vol. 42, № 2. P. 250–257. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2015.10.012>
8. de Oliveira Neto R. S., Souza T. M., Rosa S. J., Vivan R. R., Alcalde M. P., Honório H. M., Duarte M. A. H. Biological response to endodontic treatment in one versus two-visit: a systematic review and meta-analysis of animal studies. *Clinical oral investigations*. 2024. Vol. 28, № 3. P. 173. <https://doi.org/10.1007/s00784-024-05571-z>
9. de Souza R. S., de Souza V., Holland R., Gomes-Filho J. E., Murata S. S., Sonoda C. K. Effect of calcium hydroxide-based materials on periapical tissue healing and orthodontic root resorption of endodontically treated teeth in dogs. *Dental traumatology: official publication of International Association for Dental Traumatology*. 2009. Vol. 25 № 2. P. 213–218. <https://doi.org/10.1111/j.1600-9657.2008.00758.x>
10. Golden A. L., Hennet P. R. Root canal obturation using Thermafil endodontic obturators in dog teeth. *Journal of veterinary dentistry*. 1992. Vol. 9, № 3. P. 4–7.
11. Hendry J. A., Jeanson B. G., Dummett C. O., Burrell W. Comparison of calcium hydroxide and zinc oxide and eugenol pulpectomies in primary teeth of dogs. *Oral surgery, oral medicine, and oral pathology*. 1982. Vol. 54, № 4. P. 445–451. [https://doi.org/10.1016/0030-4220\(82\)90394-2](https://doi.org/10.1016/0030-4220(82)90394-2)
12. Holland R., Mazuqueli L., de Souza V., Murata S. S., Dezan Júnior E., Suzuki P. Influence of the type of vehicle and limit of obturation on apical and periapical tissue response in dogs' teeth after root canal filling with mineral trioxide aggregate. *Journal of endodontics*. 2007. Vol. 33. № 6. P. 693–697. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2007.02.005>

- 13.Jang S. J., Choi S. H. Evaluation of Goose-beak Bone Particles for Dentoalveolar Reconstruction in Dogs. *In vivo (Athens, Greece)*. 2020. Vol. 34, № 2. P. 609–614. <https://doi.org/10.21873/invivo.11814>
- 14.Kohout G. D., He J., Primus C. M., Opperman L. A., Woodmansey K. F. Comparison of Quick-Set and mineral trioxide aggregate root-end fillings for the regeneration of apical tissues in dogs. *Journal of endodontics*. 2015. Vol. 41, № 2. P. 248–252. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2014.10.005>
- 15.Krug W., Marretta S. M., Thomas M. W., Perrone J. R. Comparison of cold GP/sealer and resin bonded obturation techniques in canine teeth in dogs. *Journal of veterinary dentistry*. 2008. Vol. 25, № 1. P. 10–14. <https://doi.org/10.1177/089875640802500105>
- 16.Lee J. H., Lee S., Park H. S., Kim Y. J., Lee H. H., Han M. R., Lee J. H., Kim J. B., Shin J. S., Kim J. S., Lee J. H. Histological Evaluation of Sodium Iodide-Based Root Canal Filling Materials in Canine Teeth. *Materials (Basel, Switzerland)*. 2024. Vol. 17, № 24. P. 6082. <https://doi.org/10.3390/ma17246082>
- 17.Lee H., Shin Y., Kim S. O., Lee H. S., Choi H. J., Song J. S. Comparative Study of Pulpal Responses to Pulpotomy with ProRoot MTA, RetroMTA, and TheraCal in Dogs' Teeth. *Journal of endodontics*. 2015. Vol. 41, № 8. P. 1317–1324. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2015.04.007>
- 18.Leonardo M. R., Barnett F., Debelian G. J., de Pontes Lima R. K., Bezerra da Silva L. A. Root canal adhesive filling in dogs' teeth with or without coronal restoration: a histopathological evaluation. *Journal of endodontics*. 2007. Vol. 33, № 11. P. 1299–1303. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2007.07.037>
- 19.Mendoza K. A., Manfra Marretta S., Siegel A. M., Stapleton B. L., Wiggs R. B., Klippert L. S. Comparison of two heated gutta percha and sealer obturation techniques in canine teeth of dogs. *Journal of veterinary dentistry*. 2000. Vol. 17, № 2. P. 69–74. <https://doi.org/10.1177/089875640001700201>
- 20.Mohamed D. A., Abdelwahab S. A., Mahmoud R. H., Taha R. M. Radiographic and immuno-histochemical evaluation of root perforation repair using MTA with or without platelet-rich fibrin or concentrated growth factors as an internal matrix in dog's teeth: in vivo animal study. *Clinical oral investigations*. 2023. Vol. 27, № 9. P. 5103–5119. <https://doi.org/10.1007/s00784-023-05131-x>
- 21.Modaresi J., Khademi A., Hemati H., Mokhtari F. Histological evaluation of ProRoot mineral trioxide aggregate and Cold ceramic as root-end filling materials in animal models. *Dental research journal*. 2023. Vol. 20. P. 58. <https://doi.org/10.4103/1735-3327.377578>
- 22.Moradi S., Moushekhian S., Najafi E., Sedigh H. S., Navabi S. Efficacy of propolis and triple antibiotic paste as intra-canal medicaments for revascularisation of immature teeth in dogs: a comparative study. *European archives of paediatric dentistry: official journal of the European Academy of Paediatric Dentistry*. 2023. Vol. 24, № 3. P. 321–326. <https://doi.org/10.1007/s40368-023-00806-1>
- 23.Park S. Y., Kye S. B., Yang S. M., Shin S. Y. The effect of non-resorbable membrane on buccal bone healing at an immediate implant site: an experimental

- study in dogs. *Clinical oral implants research*. 2011. Vol. 22, № 3. P. 289–294. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0501.2010.01995.x>
24. Santos J. M., Palma P. J., Ramos J. C., Cabrita A. S., Friedman S. Periapical inflammation subsequent to coronal inoculation of dog teeth root filled with resilon/epiphany in 1 or 2 treatment sessions with chlorhexidine medication. *Journal of endodontics*. 2014. Vol. 40, № 6. P. 837–841. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2013.10.023>
25. Shipper G., Teixeira F. B., Arnold R. R., Trope M. Periapical inflammation after coronal microbial inoculation of dog roots filled with gutta-percha or resilon. *Journal of endodontics*. 2005. Vol. 31, № 2. P. 91–96. <https://doi.org/10.1097/01.don.0000140569.33867.bf>
26. Tang J. J., Shen Z. S., Qin W., Lin Z. A comparison of the sealing abilities between Biodentine and MTA as root-end filling materials and their effects on bone healing in dogs after periradicular surgery. *Journal of applied oral science: revista FOB*. 2019. Vol. 27. E20180693. <https://doi.org/10.1590/1678-7757-2018-0693>
27. Tanomaru-Filho M., Luis M. R., Leonardo M. R., Tanomaru J. M., Silva L. A. Evaluation of periapical repair following retrograde filling with different root-end filling materials in dog teeth with periapical lesions. *Oral surgery, oral medicine, oral pathology, oral radiology, and endodontics*. 2006. Vol. 102, № 1. P. 127–132. <https://doi.org/10.1016/j.tripleo.2005.09.008>
28. Tawfik H. E., Abu-Seida A. M., Hashem A. A., El-Khawlani M. M. Treatment of experimental furcation perforations with mineral trioxide aggregate, platelet rich plasma or platelet rich fibrin in dogs' teeth. *Experimental and toxicologic pathology: official journal of the Gesellschaft fur Toxikologische Pathologie*. 2016. Vol. 68, № 6. P. 321–327. <https://doi.org/10.1016/j.etp.2016.03.004>
29. Torabinejad M., Hong C. U., Lee S. J., Monsef M., Pitt Ford T. R. Investigation of mineral trioxide aggregate for root-end filling in dogs. *Journal of endodontics*. 1995. Vol. 21, № 12. P. 603–608. [https://doi.org/10.1016/S0099-2399\(06\)81112-X](https://doi.org/10.1016/S0099-2399(06)81112-X)
30. Trope M., Lost C., Schmitz H. J., Friedman S. Healing of apical periodontitis in dogs after apicoectomy and retrofilling with various filling materials. *Oral surgery, oral medicine, oral pathology, oral radiology, and endodontics*. 1996. Vol. 81, № 2. P. 221–228. [https://doi.org/10.1016/s1079-2104\(96\)80419-7](https://doi.org/10.1016/s1079-2104(96)80419-7)
31. Ulbricht R. D., Marretta S. M., Baker G. J., Siegel A. M., Klippert L. S. Comparison of two heated gutta-percha obturation techniques of the mandibular first molar in the dog. *Journal of veterinary dentistry*. 2002. Vol. 19, № 2. P. 63–70. <https://doi.org/10.1177/089875640201900201>
32. Wälivaara D. Å., Abrahamsson P., Isaksson S., Salata L. A., Sennerby L., Dahlin C. Periapical tissue response after use of intermediate restorative material, gutta-percha, reinforced zinc oxide cement, and mineral trioxide aggregate as retrograde root-end filling materials: a histologic study in dogs. *Journal of oral and maxillofacial surgery: official journal of the American Association of Oral*

- and Maxillofacial Surgeons*. 2012. Vol. 70, № 9. P. 2041–2047.
<https://doi.org/10.1016/j.joms.2012.01.033>
33. Walsh R. M., Woodmansey K. F., He J., Svoboda K. K., Primus C. M., Opperman L. A. Histology of NeoMTA Plus and Quick-Set2 in Contact with Pulp and Periradicular Tissues in a Canine Model. *Journal of endodontics*. 2018. Vol. 44, № 9. P. 1389–1395. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2018.05.001>
34. Woodmansey K. F., Kohout G. D., Primus C. M., Schneiderman E., Opperman L. A. Histologic Assessment of Quick-Set and Mineral Trioxide Aggregate Pulpotomies in a Canine Model. *Journal of endodontics*. 2015. Vol. 41, № 10. P. 1626–1630. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2015.05.006>
35. Woods R. L., Kildea P. M., Gabriel S. A., Freilich L. S. A histologic comparison of Hydron and zinc oxide-eugenol as endodontic filling materials in the primary teeth of dogs. *Oral surgery, oral medicine, and oral pathology*. 1984. Vol. 58, № 1. P. 82–93. [https://doi.org/10.1016/0030-4220\(84\)90369-4](https://doi.org/10.1016/0030-4220(84)90369-4)
36. Zhang D. D., Chen X., Bao Z. F., Chen M., Ding Z. J., Zhong M. Histologic comparison between platelet-rich plasma and blood clot in regenerative endodontic treatment: an animal study. *Journal of endodontics*. 2014. Vol. 40, № 9. P. 1388–1393. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2014.03.020>

Dmytro Bilyi,

Doctor of Veterinary Sciences, Professor

Dnipro State Agrarian and Economic University, Dnipro, Ukraine

ORCID ID: 0000-0003-3896-0384

e-mail: dmdmbeliy@ukr.net

Pavlo Skliarov,

Doctor of Veterinary Sciences, Professor

Dnipro State Agrarian and Economic University, Dnipro, Ukraine

ORCID ID: 0000-0002-4379-9583

e-mail: skliarov.p.m.@dsau.dp.ua

Dmytro Masiuk,

Doctor of Veterinary Sciences, Professor

Dnipro State Agrarian and Economic University, Dnipro, Ukraine

ORCID ID 0000-0002-2800-2580

e-mail: dimasiuk@gmail.com

Viacheslav Samoiliuk,

Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor

Dnipro State Agrarian and Economic University, Dnipro, Ukraine

ORCID ID 0000-0001-8400-8904

e-mail: samoluk1966@ukr.net

Viacheslav Vakulyk

Candidate of Historical Sciences, Associate Professor
Dnipro State Agrarian and Economic University, Dnipro, Ukraine
ORCID ID: 0000-0001-8773-2287
e-mail: zemskiyvet@i.ua

Maryna Lieshchova

Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor
Dnipro State Agrarian and Economic University, Dnipro, Ukraine
ORCID ID: 0000-0002-4251-4152
e-mail: lieshchova.m.o@dsau.dp.ua

Andriy Teliatnikov,

Doctor of Veterinary Sciences, Professor
Odessa State Agrarian University, Odessa, Ukraine
ORCID ID: 0000-0002-7772-8679
e-mail: telyatnikov1973@ukr.net

ENDODONTIC TREATMENT IN DOGS

Abstract

Recent years have been characterized by an increase in the number of dogs, among which a significant proportion of breeds are susceptible to dental pathology (primarily dwarf and small breed dogs). At the same time, the requirements for the level of dental care are increasing, which serves as the basis for increasing the effectiveness of the treatment of dental pathology. The least studied remains the endodontic treatment of "immature" permanent teeth. The information available in the publications indicates an intensive search for a solution to the problem in two directions: improvement of surgical techniques adapted from humane medicine and assessment of the clinical possibilities of using pharmacological agents for the purchase of the inflammatory process, asepsis and anesthesia and dental materials for filling canals and tooth reconstruction. The information presented in published manuscripts is multi-vector, often concerns the description of individual clinical cases or the number of animals studied does not exceed five individuals, which is insufficient for substantiated conclusions. The most common treatment option is a combination of gutta-percha and sealer (sealer provides sealing, gutta-percha - filling the cavity of the dental canal), a material based on mineral trioxide (ProRoot White MTA, RetroMTA, Quick-Set). A potentially promising direction in veterinary dentistry is the use of platelet-rich plasma and fibrin. The assessment of the results of endodontic treatment is based on the results of histological examination, determination of biological compatibility (material/bone), tightness, intensity of inflammation (in dynamics). Currently, there is no information base that combines data on the effectiveness of treating dogs with dental and periodontal diseases, which is one of the restraining factors in the development of small animal dentistry. The analysis demonstrated the relevance of clinical and scientific research in the field of veterinary dentistry.

Keywords: dogs, dental diseases, inflammation, root canals, pulpitis, periodontitis, treatment, fillings, dental materials, X-ray diagnostics, histology.

References

1. Abboud, K. M., Abu-Seida, A. M., Hassanien, E. E., & Tawfik, H. M. (2021). Biocompatibility of NeoMTA Plus® versus MTA Angelus as delayed furcation perforation repair materials in a dog model. *BMC oral health*, 21(1), 192. <https://doi.org/10.1186/s12903-021-01552-w>
2. Alsulaimani R. S. (2018). Immediate and Delayed Repair of 2 Sizes of Furcal Perforations in Dogs' Teeth Using Mineral Trioxide Aggregate Cement. *Journal of endodontics*, 44(6), 1000–1006. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2018.02.026>
3. Asgary, S., Eghbal, M. J., & Ehsani, S. (2010). Periradicular regeneration after endodontic surgery with calcium-enriched mixture cement in dogs. *Journal of endodontics*, 36(5), 837–841. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2010.03.005>
4. Basir, L., Babashahi, E., Razavi, S. M., Manshaei, M., & Rakhshan, V. (2024). Effects of Chitosan as a Novel Obturation Material for Pulpectomized Teeth on Periapical Inflammation, Periodontal Ligament Widening, and Hard Tissue Resorption: A Preliminary Exploratory Study on Dogs. *Frontiers in dentistry*, 21, 22. <https://doi.org/10.18502/fid.v21i22.16034>
5. Bernabé, P. F., Holland, R., Morandi, R., de Souza, V., Nery, M. J., Otoboni Filho, J. A., Dezan Junior, E., & Gomes-Filho, J. E. (2005). Comparative study of MTA and other materials in retrofilling of pulpless dogs' teeth. *Brazilian dental journal*, 16(2), 149–155. <https://doi.org/10.1590/s0103-64402005000200012>
6. Chen, I., Karabucak, B., Wang, C., Wang, H. G., Koyama, E., Kohli, M. R., Nah, H. D., & Kim, S. (2015). Healing after root-end microsurgery by using mineral trioxide aggregate and a new calcium silicate-based bioceramic material as root-end filling materials in dogs. *Journal of endodontics*, 41(3), 389–399. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2014.11.005>
7. Del Fabbro, M., Lolato, A., Bucchi, C., Taschieri, S., & Weinstein, R. L. (2016). Autologous Platelet Concentrates for Pulp and Dentin Regeneration: A Literature Review of Animal Studies. *Journal of endodontics*, 42(2), 250–257. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2015.10.012>
8. de Oliveira Neto, R. S., Souza, T. M., Rosa, S. J., Vivan, R. R., Alcalde, M. P., Honório, H. M., & Duarte, M. A. H. (2024). Biological response to endodontic treatment in one versus two-visit: a systematic review and meta-analysis of animal studies. *Clinical oral investigations*, 28(3), 173. <https://doi.org/10.1007/s00784-024-05571-z>
9. de Souza, R. S., de Souza, V., Holland, R., Gomes-Filho, J. E., Murata, S. S., & Sonoda, C. K. (2009). Effect of calcium hydroxide-based materials on periapical tissue healing and orthodontic root resorption of endodontically treated teeth in dogs. *Dental traumatology: official publication of International Association for Dental Traumatology*, 25(2), 213–218. <https://doi.org/10.1111/j.1600-9657.2008.00758.x>
10. Golden, A. L., & Hennet, P. R. (1992). Root canal obturation using Thermafil endodontic obturators in dog teeth. *Journal of veterinary dentistry*, 9(3), 4–7.

- 11.Hendry, J. A., Jeansonne, B. G., Dummett, C. O., Jr, & Burrell, W. (1982). Comparison of calcium hydroxide and zinc oxide and eugenol pulpectomies in primary teeth of dogs. *Oral surgery, oral medicine, and oral pathology*, 54(4), 445–451. [https://doi.org/10.1016/0030-4220\(82\)90394-2](https://doi.org/10.1016/0030-4220(82)90394-2)
- 12.Holland, R., Mazuqueli, L., de Souza, V., Murata, S. S., Dezan Júnior, E., & Suzuki, P. (2007). Influence of the type of vehicle and limit of obturation on apical and periapical tissue response in dogs' teeth after root canal filling with mineral trioxide aggregate. *Journal of endodontics*, 33(6), 693–697. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2007.02.005>
- 13.Jang, S. J., & Choi, S. H. (2020). Evaluation of Goose-beak Bone Particles for Dentoalveolar Reconstruction in Dogs. *In vivo (Athens, Greece)*, 34(2), 609–614. <https://doi.org/10.21873/invivo.11814>
- 14.Kohout, G. D., He, J., Primus, C. M., Opperman, L. A., & Woodmansey, K. F. (2015). Comparison of Quick-Set and mineral trioxide aggregate root-end fillings for the regeneration of apical tissues in dogs. *Journal of endodontics*, 41(2), 248–252. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2014.10.005>
- 15.Krug, W., Marretta, S. M., Thomas, M. W., & Perrone, J. R. (2008). Comparison of cold GP/sealer and resin bonded obturation techniques in canine teeth in dogs. *Journal of veterinary dentistry*, 25(1), 10–14. <https://doi.org/10.1177/089875640802500105>
- 16.Lee, J. H., Lee, S., Park, H. S., Kim, Y. J., Lee, H. H., Han, M. R., Lee, J. H., Kim, J. B., Shin, J. S., Kim, J. S., & Lee, J. H. (2024). Histological Evaluation of Sodium Iodide-Based Root Canal Filling Materials in Canine Teeth. *Materials (Basel, Switzerland)*, 17(24), 6082. <https://doi.org/10.3390/ma17246082>
- 17.Lee, H., Shin, Y., Kim, S. O., Lee, H. S., Choi, H. J., & Song, J. S. (2015). Comparative Study of Pulpal Responses to Pulpotomy with ProRoot MTA, RetroMTA, and TheraCal in Dogs' Teeth. *Journal of endodontics*, 41(8), 1317–1324. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2015.04.007>
- 18.Leonardo, M. R., Barnett, F., Debelian, G. J., de Pontes Lima, R. K., & Bezerra da Silva, L. A. (2007). Root canal adhesive filling in dogs' teeth with or without coronal restoration: a histopathological evaluation. *Journal of endodontics*, 33(11), 1299–1303. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2007.07.037>
- 19.Mendoza, K. A., Manfra Marretta, S., Siegel, A. M., Stapleton, B. L., Wiggs, R. B., & Klippert, L. S. (2000). Comparison of two heated gutta percha and sealer obturation techniques in canine teeth of dogs. *Journal of veterinary dentistry*, 17(2), 69–74. <https://doi.org/10.1177/089875640001700201>
- 20.Mohamed, D. A., Abdelwahab, S. A., Mahmoud, R. H., & Taha, R. M. (2023). Radiographic and immuno-histochemical evaluation of root perforation repair using MTA with or without platelet-rich fibrin or concentrated growth factors as an internal matrix in dog's teeth: in vivo animal study. *Clinical oral investigations*, 27(9), 5103–5119. <https://doi.org/10.1007/s00784-023-05131-x>
- 21.Modaresi, J., Khademi, A., Hemati, H., & Mokhtari, F. (2023). Histological evaluation of ProRoot mineral trioxide aggregate and Cold ceramic as root-end

- filling materials in animal models. *Dental research journal*, 20, 58. <https://doi.org/10.4103/1735-3327.377578>
22. Moradi, S., Moushekhian, S., Najafi, E., Sedigh, H. S., & Navabi, S. (2023). Efficacy of propolis and triple antibiotic paste as intra-canal medicaments for revascularisation of immature teeth in dogs: a comparative study. *European archives of paediatric dentistry: official journal of the European Academy of Paediatric Dentistry*, 24(3), 321–326. <https://doi.org/10.1007/s40368-023-00806-1>
23. Park, S. Y., Kye, S. B., Yang, S. M., & Shin, S. Y. (2011). The effect of non-resorbable membrane on buccal bone healing at an immediate implant site: an experimental study in dogs. *Clinical oral implants research*, 22(3), 289–294. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0501.2010.01995.x>
24. Santos, J. M., Palma, P. J., Ramos, J. C., Cabrita, A. S., & Friedman, S. (2014). Periapical inflammation subsequent to coronal inoculation of dog teeth root filled with resilon/epiphany in 1 or 2 treatment sessions with chlorhexidine medication. *Journal of endodontics*, 40(6), 837–841. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2013.10.023>
25. Shipper, G., Teixeira, F. B., Arnold, R. R., & Trope, M. (2005). Periapical inflammation after coronal microbial inoculation of dog roots filled with gutta-percha or resilon. *Journal of endodontics*, 31(2), 91–96. <https://doi.org/10.1097/01.don.0000140569.33867.bf>
26. Tang, J. J., Shen, Z. S., Qin, W., & Lin, Z. (2019). A comparison of the sealing abilities between Biodentine and MTA as root-end filling materials and their effects on bone healing in dogs after periradicular surgery. *Journal of applied oral science: revista FOB*, 27, e20180693. <https://doi.org/10.1590/1678-7757-2018-0693>
27. Tanomaru-Filho, M., Luis, M. R., Leonardo, M. R., Tanomaru, J. M., & Silva, L. A. (2006). Evaluation of periapical repair following retrograde filling with different root-end filling materials in dog teeth with periapical lesions. *Oral surgery, oral medicine, oral pathology, oral radiology, and endodontics*, 102(1), 127–132. <https://doi.org/10.1016/j.tripleo.2005.09.008>
28. Tawfik, H. E., Abu-Seida, A. M., Hashem, A. A., & El-Khawlani, M. M. (2016). Treatment of experimental furcation perforations with mineral trioxide aggregate, platelet rich plasma or platelet rich fibrin in dogs' teeth. *Experimental and toxicologic pathology: official journal of the Gesellschaft fur Toxikologische Pathologie*, 68(6), 321–327. <https://doi.org/10.1016/j.etp.2016.03.004>
29. Torabinejad, M., Hong, C. U., Lee, S. J., Monsef, M., & Pitt Ford, T. R. (1995). Investigation of mineral trioxide aggregate for root-end filling in dogs. *Journal of endodontics*, 21(12), 603–608. [https://doi.org/10.1016/S0099-2399\(06\)81112-X](https://doi.org/10.1016/S0099-2399(06)81112-X)
30. Trope, M., Lost, C., Schmitz, H. J., & Friedman, S. (1996). Healing of apical periodontitis in dogs after apicoectomy and retrofilling with various filling materials. *Oral surgery, oral medicine, oral pathology, oral radiology, and endodontics*, 81(2), 221–228. [https://doi.org/10.1016/s1079-2104\(96\)80419-7](https://doi.org/10.1016/s1079-2104(96)80419-7)

31. Ulbricht, R. D., Marretta, S. M., Baker, G. J., Siegel, A. M., & Klippert, L. S. (2002). Comparison of two heated gutta-percha obturation techniques of the mandibular first molar in the dog. *Journal of veterinary dentistry*, 19(2), 63–70. <https://doi.org/10.1177/089875640201900201>
32. Wälivaara, D. Å., Abrahamsson, P., Isaksson, S., Salata, L. A., Sennerby, L., & Dahlin, C. (2012). Periapical tissue response after use of intermediate restorative material, gutta-percha, reinforced zinc oxide cement, and mineral trioxide aggregate as retrograde root-end filling materials: a histologic study in dogs. *Journal of oral and maxillofacial surgery: official journal of the American Association of Oral and Maxillofacial Surgeons*, 70(9), 2041–2047. <https://doi.org/10.1016/j.joms.2012.01.033>
33. Walsh, R. M., Woodmansey, K. F., He, J., Svoboda, K. K., Primus, C. M., & Opperman, L. A. (2018). Histology of NeoMTA Plus and Quick-Set2 in Contact with Pulp and Periradicular Tissues in a Canine Model. *Journal of endodontics*, 44(9), 1389–1395. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2018.05.001>
34. Woodmansey, K. F., Kohout, G. D., Primus, C. M., Schneiderman, E., & Opperman, L. A. (2015). Histologic Assessment of Quick-Set and Mineral Trioxide Aggregate Pulpotomies in a Canine Model. *Journal of endodontics*, 41(10), 1626–1630. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2015.05.006>
35. Woods, R. L., Kildea, P. M., Gabriel, S. A., & Freilich, L. S. (1984). A histologic comparison of Hydron and zinc oxide-eugenol as endodontic filling materials in the primary teeth of dogs. *Oral surgery, oral medicine, and oral pathology*, 58(1), 82–93. [https://doi.org/10.1016/0030-4220\(84\)90369-4](https://doi.org/10.1016/0030-4220(84)90369-4)
36. Zhang, D. D., Chen, X., Bao, Z. F., Chen, M., Ding, Z. J., & Zhong, M. (2014). Histologic comparison between platelet-rich plasma and blood clot in regenerative endodontic treatment: an animal study. *Journal of endodontics*, 40(9), 1388–1393. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2014.03.020>

Стаття надійшла до редакції 06 липня 2025 року.

Стаття пройшла рецензування 29 серпня 2025 року.

Стаття опублікована 30 вересня 2025 року.