

ТЕРАПЕВТИЧНА СТОМАТОЛОГІЯ

УДК 616.314-003.95-036.8-08]-092.9(043.3)
DOI <https://doi.org/10.35220/2523-420X/2024.3.3>

Д.В. Добровольський,

аспірант кафедри дитячої стоматології,
Тернопільський національний медичний університет
імені І.Я. Горбачевського МОЗ України,
Майдан Волі, 1, м. Тернопіль, Україна, індекс 46001,
dobrovolskyi_dv@tdmu.edu.ua

Н.О. Гевкалюк,

доктор медичних наук, професор,
Тернопільський національний медичний університет
імені І.Я. Горбачевського МОЗ України,
Майдан Волі, 1, м. Тернопіль, Україна, індекс 46001,
gevkaljuk@tdmu.edu.ua

КЛІНІЧНІ ЕТАПИ ЛІКУВАННЯ ТА ПАТОМОРФОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ЦЕРВІКАЛЬНОЇ ВНУТРІШНЬО-КОРЕНЕВОЇ РЕЗОРБЦІЇ З ПЕРФОРАЦІЄЮ СТІНКИ КОРОНКОВОЇ ЇЇ ЧАСТИНИ (КЛІНІЧНИЙ ВИПАДОК)

Мета дослідження. На основі вивчення клініко-морфологічних особливостей патологічної резорбції провести вибір адекватного методу лікування, що забезпечить виконання певних маніпуляцій за запропонованим алгоритмом і підвищить ефективність терапевтичних заходів.

Методи дослідження. Проведено клініко-рентгенологічне дослідження пацієнта з цервікальною внутрішньо-кореневою резорбцією з перфорацією стінки коронкової її частини, гістологічне дослідження біоптату з ділянки резорбції зуба. Проведено поетапне лікування з використанням цементу на основі МТА (Mineral Trioksit Agregat) та послідовним зміцненням зуба скло волоконним штифтом із використанням електронного мікроскопа (Karl Kaps, Німеччина).

Наукова новизна. Розширено уяву про причини виникнення та клінічні прояви патологічної внутрішньо-кореневої резорбції зуба. Представлено патоморфологічну характеристику запального процесу в ділянці резорбтивних змін пульпи в коронковій та кореневій її частинах. Гістологічна картина біоптату відповідає тканинам пульпи, багатій на клітини з проявами запальної реакції, явищами набряку міжклітинної речовини та розволокненнями в фібрили колагеновими волокнами міжклітинної речовини.

Запропонований алгоритм і проведено поетапне лікування патологічної резорбції внутрішньої частини зуба з використанням цементу на основі МТА та скло волоконного штифта продемонстрували успішний результат. Віддалені клінічні та рентгенологічні результати проведеного лікування підтвердили його ефективність.

Висновки. На прикладі клінічного випадку з'ясовано клінічні та рентгенологічні аспекти внутрішньо-кореневої патологічної резорбції, розширено уяву про патоморфоз виявленої патології. Запропоноване лікування зуба з діагнозом цервікальна внутрішньо-коренева патологічна резорбція дало можливість досягнути успішного результату, що підтверджено клінічно, рентгенологічно та патоморфологічно.

Ключові слова: зуб, пульпа, внутрішньо-коренева резорбція, кореневий канал, ендодонтичне лікування.

D.V. Dobrovolskyi,

Postgraduate, Department of Paediatric Dentistry,
Ivan Horbachevsky Ternopil National Medical University
of the Ministry of Health of Ukraine,
1 Maydan Voli, Ternopil, Ukraine, postal code 46001,
dobrovolskyi_dv@tdmu.edu.ua

N.O. Gevkaliuk,

Doctor of Medical Sciences, Professor,
Ivan Horbachevsky Ternopil National Medical University
of the Ministry of Health of Ukraine,
1 Maydan Voli, Ternopil, Ukraine, postal code 46001,
gevkaljuk@tdmu.edu.ua

CLINICAL STAGES OF TREATMENT AND PATHOMORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF CERVICAL INTRA-ROOT RESORPTION WITH PERFORATION OF THE CORONAL WALL (CLINICAL CASE)

Purpose of the study. Based on the study of the clinical and morphological features of pathological resorption, to select an adequate method of treatment that will ensure the performance of certain manipulations according to the proposed algorithm and increase the effectiveness of therapeutic measures.

Research methods. Clinical and radiological examination of a patient with cervical intra-root resorption with perforation of the wall of its crown part, histological examination of a biopsy from the area of tooth resorption was performed. A phased treatment was performed using MTA-based cement (Mineral Trioksit Agregat) and subsequent tooth strengthening with a glass fibre post using an electron microscope (Karl Kaps, Germany).

Scientific novelty. The idea of the causes of occurrence and clinical manifestations of pathological intra-root resorption of the tooth. The pathomorphological characteristics of inflammatory process in the area of resorptive changes of pulp in the coronal and root parts are presented. The histological picture of the biopsy corresponds to pulp tissues rich in cells with manifestations of an inflammatory reaction, swelling of the intercellular substance, and collagen fibers of the intercellular substance branched into fibrils. The proposed algorithm and the performed stepwise treatment of pathological

resorption of the tooth internal part using MTA-based cement and glass fibre post demonstrated a successful result. Long-term clinical and radiological results of treatment confirmed its effectiveness.

Conclusions. *On the example of a clinical case, the clinical and radiological aspects of intra-root pathological resorption are clarified, the idea of the pathomorphosis of the detected pathology is expanded. The treatment of a tooth diagnosed with cervical intra-root pathological resorption is proposed, which allowed to achieve a successful result, which is confirmed clinically, radiologically and pathomorphologically.*

Key words: *tooth, pulp, internal root resorption, root canal, endodontic treatment.*

Постановка проблеми. На сьогоднішній день одним із мало вивчених патологічних станів у стоматології є внутрішньо-коренева резорбція зуба. До даного часу відсутні відомості про поширеність, причини виникнення, клінічні прояви, патоморфологічний перебіг внутрішньої резорбції кореня зуба [1-3].

Відомо, що резорбція кореня зуба – це втрата твердих тканин зуба в результаті кластичної діяльності певних клітин внаслідок як фізіологічного (резорбція кореня тимчасового зуба), так і патологічного процесів. Патологічна резорбція викликає прогресуючу втрату твердих тканин, змінюючи структуру зуба, що відбувається внаслідок розриву захисного покриття дентину, цементу на зовнішній поверхні або шару одонтобластів на внутрішній поверхні, що дозволяє кластичним клітинам із системи кровообігу отримати доступ до дентину. Гістологічно внутрішня резорбція може проявлятися різними проявами залежно від характеру та ступеня резорбції, зокрема внутрішньої запальної резорбції, внутрішньої поверхневої резорбції або внутрішньої замісної резорбції [4].

Діагностика внутрішньої резорбції кореня зуба на ранніх етапах складна, оскільки її клінічні симптоми присутні лише в 1-2 % випадків [5]. Тому патологічну резорбцію часто діагностують занадто пізно для її ефективного лікування, неправильно діагностують, а іноді й неналежним чином лікують [1-3]. Для діагностики патологічної резорбції використовують двовимірну рентгенографію, однак у ранній діагностиці вона недостатньо ефективна, так як дозволяє виявити лише осередки розміром від 2-3 мм зі ступенем демінералізації твердих тканин близько 75 %. Проведення конусно-променевої комп'ютерної томографії (КПКТ) дозволяє виявити внутрішню резорбцію кореня зуба на ранніх стадіях, що покращує прогноз лікування. В ряді повідомлень зазначається, що КПКТ є найбільш точним для

діагностики, визначення ступеня та локалізації резорбтивних дефектів [6-8].

На жаль, переважна більшість практикуючих лікарів-стоматологів не мають достатнього ступеня інформованості про методи та засоби лікування зубів із внутрішньо-кореневою резорбцією, не дотримуються алгоритму лікування, що в кінцевому результаті знижує його якість. Все сказане вище спонукало нас до проведенню даного дослідження.

Мета дослідження: На основі вивчення клініко-морфологічних особливостей патологічної резорбції провести вибір адекватного методу лікування, що забезпечить виконання певних маніпуляцій за запропонованим алгоритмом і підвищить ефективність терапевтичних заходів.

Матеріали та методи дослідження.

Клінічне обстеження проводилось в стоматологічній клініці «Стоматологія Білика» м. Тернополя. Рентгенологічне дослідження виконано на прицільному апараті (Belmont РНОТ-х II). Всі лікувальні маніпуляції були проведені з використанням електронного мікроскопа (Karl Kaps, Німеччина).

Гістологічні дослідження виконані в лабораторії імуногістохімічних та імуноцитохімічних досліджень Тернопільського національного медичного університету імені І.Я. Горбачевського МОЗ України.

Для гістологічного дослідження біоптат фіксували протягом ночі в 10% нейтральному забуференому формаліні. Обробку тканин проводили в гістопроцесорі LOGOSone (Milestone, Італія). Парафінові зрізи, виготовлені на роторному мікротомі AMR400 (товщиною 5 мкм), фарбували гематоксиліном та еозином [9;10], оцінювали за допомогою світлового мікроскопа Nikon Eclipse Si-E (Nikon, Японія) та фотодокументували цифровою камерою Sigeta M3CMOS 14000.

Результати та їх обговорення.

В стоматологічну клініку звернувся чоловік віком 30 років зі скаргами на зміну кольору клінічної коронки 1.3 зуба з відчуттям втрати твердих тканин з піднебінного його боку. Періодично механічні подразники спричиняли виникнення больових відчуттів, які швидко зникали після усунення впливу подразника. Вказані симптоми пацієнт відчував впродовж 5-6 місяців., за стоматологічною допомогою не звертався.

При об'єктивному обстеженні візуально на вестибулярній поверхні визначалась зміна кольору коронки зуба – в ділянці шийки – біла пляма, по всій вестибулярній поверхні – не дуже

помітна «рожева пляма», яка спричинялася просвічуванням грануляційної тканини крізь тверді тканини зуба в місці резорбції (рис. 1).

Найінтенсивніше рожеве забарвлення спостерігалось на піднебінно-апроксимальній поверхні

в пришийковій ділянці зуба (рис. 2). Оскільки є сполучення вогнища резорбції з порожниною зуба, зондування її спричиняло біль і незначну кровоточивість внаслідок механічного подразнення пульпи. При проведенні перкусії та холодо-



Рис. 1. Змінна кольору клінічної коронки 1.3 зуба



Рис. 2. Втрата твердих тканин коронкової частини 1.3 зуба. Наявність грануляційної тканини яка призводить до утворення «Рожевої плями»

вого тесту проявлялася незначна больова реакція, яка швидко згасала. Спостерігалася гіперплазія та гіперемія зубо-ясеневого сосочка в зоні резорбтивного ураження. Рухомість зуба в межах фізіологічної норми. На основі скарг пацієнта та об'єктивного обстеження було постановлено попередній діагноз – зовнішня цервікальна резорбція 1.3 зуба.

Для підтвердження діагнозу було проведено серію рентгенівських прицільних знімків з метою визначення зони радіолюценції як коронкової, так і кореневої частини зуба (рис. 3). На прицільній рентгенограмі 1.3 зуба виявлено просвітлення (розміром 4×5 мм) на протязі від верхньої третини коронкової частини зуба до $1/4$ довжини кореня. Описана Rtg-картина підтверджує наявність внутрішньо-резорбтивного процесу. На основі отриманих нами даних було встановлено остаточний діагноз: цервікальна внутрішньо-коренева патологічна резорбція з перфорацією стінки коронкової частини 1.3 зуба.



Рис. 3. Прицільний рентген знімок з наявністю вогнища радіолюценції на межі коронкової третини кореневого каналу

Різноманітність клінічних форм патологічної резорбції залежить, очевидно, від багатьох причин, а головне – від морфологічних особливостей пульпи зуба, тому ми зробили спробу проаналізувати ці фактори, оцінити їх та прийняти правильне рішення при виборі методу лікування даної патології. Для встановлення патоморфологічних змін у зоні резорбтивного процесу в зубі та можливих факторів, які його спричинили, нами було проведено щадний забір гістологічного матеріалу – тканин у резорбційній ділянці 1.3 зуба з послідуємим поміщенням його в 10 % нейтральний забуферений формалін (рис. 4, 5).

У досліджуваному біоптаті з ділянки резорбції зуба на мікроскопічному рівні виявлено тканинні елементи пульпи зуба. Гістологічне забарвлення препаратів гематоксиліном та еозином дозволило ідентифікувати клітинні компоненти та волокна міжклітинної речовини пухкої волокнистої сполучної тканини. У багатьох полях зору найбільш чисельною популяцією клітин були юні та зрілі фібробласти, а також фіброцити (рис. 6).

Ядра фібробластів характеризувалися овальною формою з численними просвітленнями каріоплазми та грудочками гетерохроматину в ній. Їх оточувала значна за об'ємом цитоплазма, яка разом з плазмолемою створювали широкі відростки цих клітин. Фіброцити мали менші розміри, видовжену форму, інтенсивно базофільні ядра з домінуванням гетерохроматину та незначним об'ємом цитоплазми. Функція фібробластів полягає у виробленні та підтриманні міжклітинної речовини сполучної тканини пульпи. Колагенові волокна міжклітинної речовини не формували пучків та здебільшого були розволоненими на фібрили, що орієнтовані в різних напрямках (рис. 7).

Відомо, що одонтобласти – високо диференційовані клітини пульпи, які утворюють дентин і забезпечують його трофіку. Клітинні тіла одонтобластів розміщуються в периферичному шарі пульпи, а їх відростки простягаються в дентинні трубочки [11]. В коронковій частині пульпи одонтобласти мають грушоподібну форму, на межі коронкової та кореневої частини – веретеноподібну, а при віддаленні до кореневої частини – сплюснену, а щільність їх розташування нижча. Оскільки в жодному полі зору на біоптатах нами не було виявлено одонтобластів, то це, очевидно, свідчить про їх загибель внаслідок дії кластичних клітин періодонта. А внаслідок загибелі високо диференційованих клітин, якими є одонтобласти, їх відновлення чи заміщення неможливе.



Рис. 4. Тканини з ділянки резорбції зуба поміщені в 10% нейтральний забуферений формалін



Рис. 5. Вигляд зуба після забору тканин із зони резорбції

Мікроскопічно виявлено також клітини лейкоцитарного ряду, а в деяких полях і їх численні інфільтрати, що може свідчити про запальну реакцію. Лімфоцити в пульпі знаходяться в невеликій кількості, переважно в периферичних шарах, але при розвитку запального процесу їх кількість різко зростає. Запалення не починається до тих пір, поки не декальцинуються обширні ділянки дентинних каналців, які відкривають шлях мікро-

організмам та продуктам їх розпаду до пульпової камери. Про запальну реакцію свідчить поява лімфоцитів із округлими, інтенсивно базифільними ядрами, гістіоцитів і поодиноких нейтрофілів, які несуть захисну функцію. Гістіоцити при розвитку запального процесу можуть швидко перетворюватися в макрофаги, фагоцитуючи мікроорганізми та приймаючи участь у розвитку імунних реакцій. Поблизу ділянок з лейкоцитарною інфільтрацією

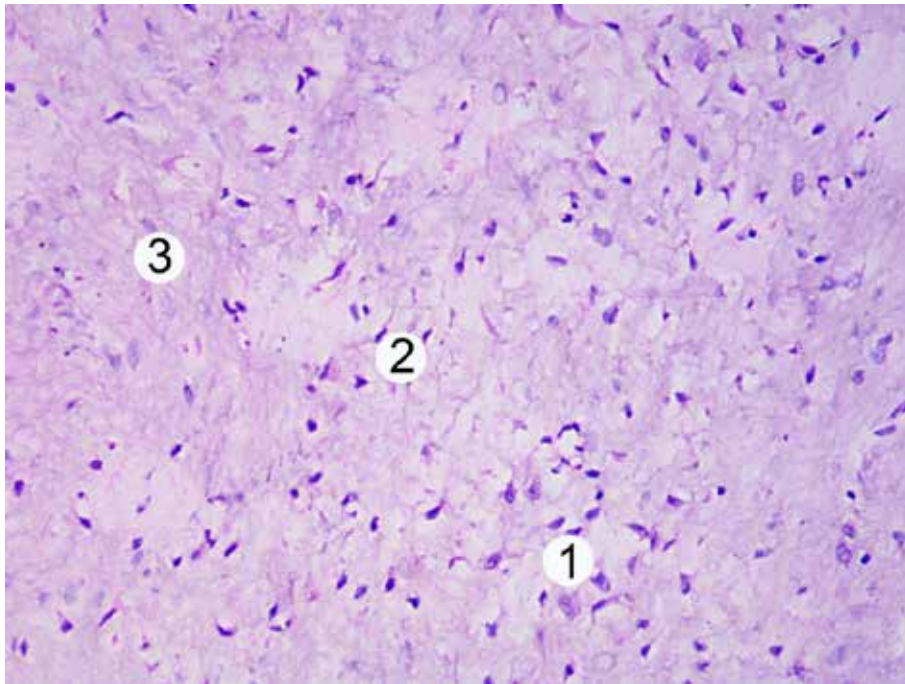


Рис. 6. Пухка волокниста сполучна тканина пульпи зуба з клітинами фібробластичного ряду. 1 – фібробласти, 2 – фіброцити, 3 – міжклітинна речовина. Забарвлення гематоксиліном та еозином. Збільшення $\times 200$

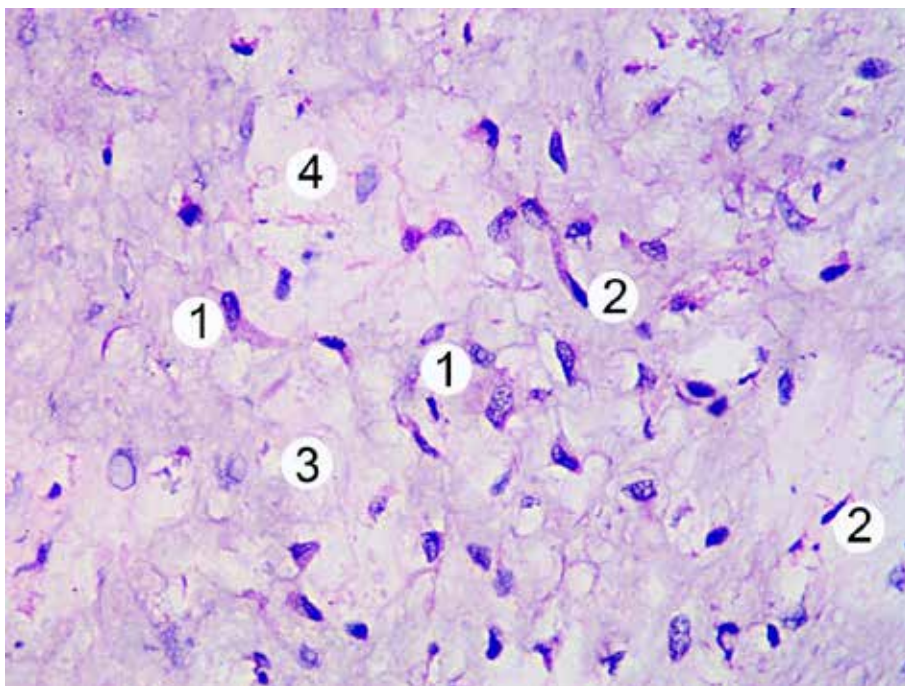


Рис. 7. Пухка волокниста сполучна тканина пульпи зуба з клітинами фібробластичного ряду. 1 – фібробласти, 2 – фіброцити, 3 – колагенові фібрили, 4 – аморфна речовина. Забарвлення гематоксиліном та еозином. Збільшення $\times 400$

відмічено явища набряку міжклітинної речовини та дезорганізацію колагенових волокон (рис. 8).

Мезенхімо-подібна сполучна тканина – пульпа зуба – добре васкуляризована. Мікrocиркуляторне русло пульпи є ізольованою системою і представлено артеріолами, прекапілярами, посткапілярами, венулами. Мікrocиркуляція фактично розпочина-

ється при розгалуженні артеріол, які ледь помітно переходять у капіляри. Постачання поживними речовинами відбувається саме на цьому рівні. Кровоносні капіляри мали широкі провіти, з чітко контурованою стінкою та добре помітними ендотеліальними клітинами з базофільними ядрами та оксифільною цитоплазмою (рис. 9).

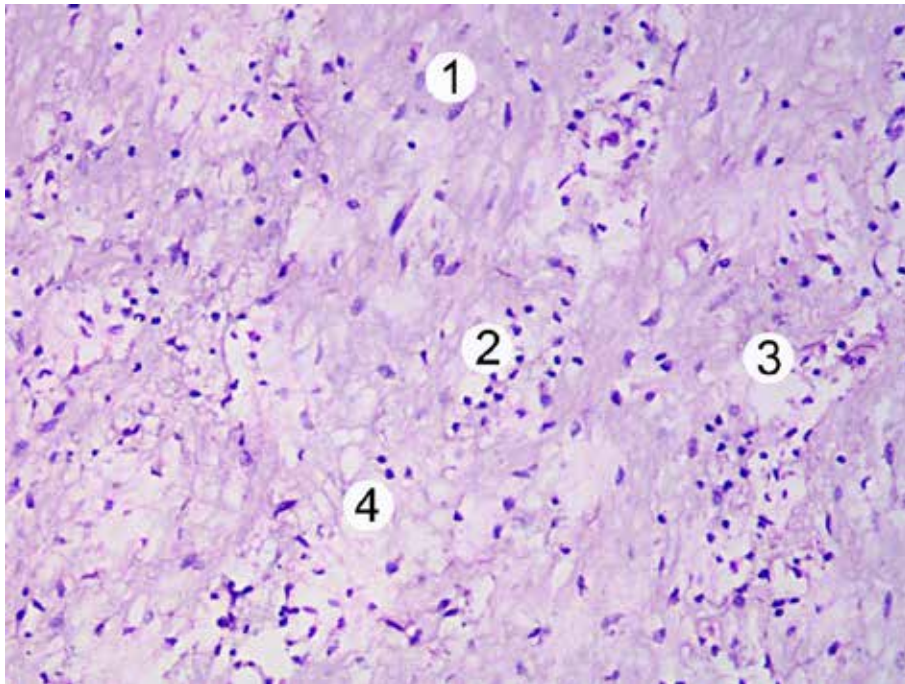


Рис. 8. Пухка волокниста сполучна тканина пульпи зуба. 1 – фібробласти, 2 – лімфоцити, 3 – набряк міжклітинної речовини, 4 – деструктуризовані колагенові волокна. Забарвлення гематоксиліном та еозином. Збільшення $\times 200$

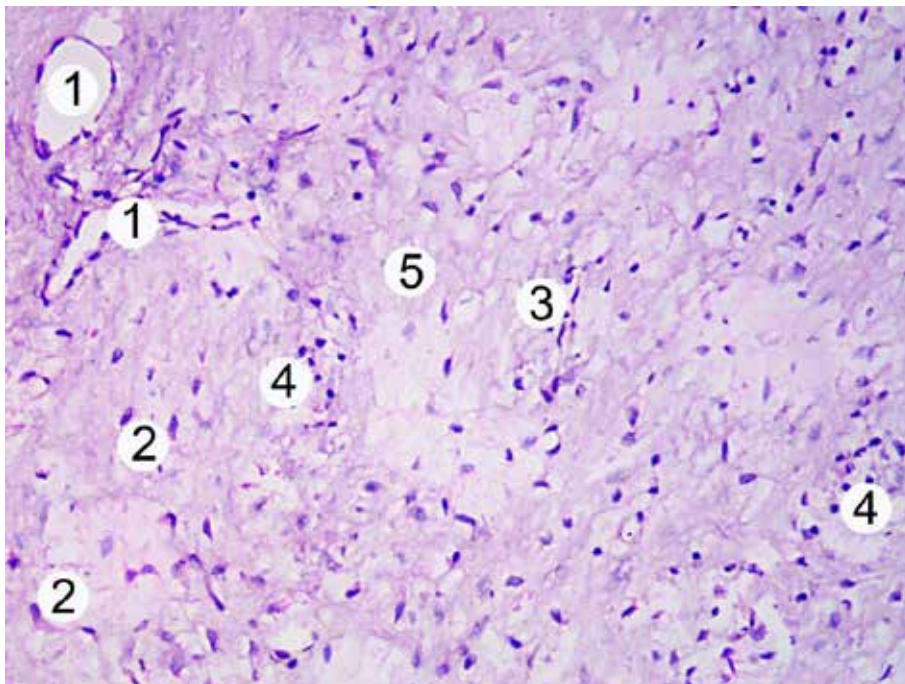


Рис. 9. Пухка волокниста сполучна тканина пульпи зуба. 1 – кровоносні капіляри, 2 – фібробласти, 3 – фіброцити, 4 – лімфоцити, 5 – міжклітинна речовина. Забарвлення гематоксиліном та еозином. Збільшення $\times 200$

Зміни, які спостерігаються при запаленні в сполучних тканинах організму, з такою ж закономірністю можна виявити і в пульпі зуба. Гістологічна картина досліджуваного біоптату відповідає тканинам пульпи, багатій на клітини з проявами запальної реакції та явищами

набряку міжклітинної речовини у багатьох полях зору.

Отримані нами результати клінічного, рентгенологічного та патоморфологічного дослідження резорбтивної зони ураження спонукали нас до вибору та проведення раціонального лікування

виявленої патології з використанням сучасних технологій терапії пульпіту.

В першу чергу нами за допомогою матричної системи навколо резорбованих тканин зуба (рис. 10) було проведено відновлення втрачених твердих тканин за допомогою композитних матеріалів «Sinergi коліру А2» (рис. 11) і підготовлено до наступних ендодонтичних втручань.

Було проведено попереднє визначення робочої довжини кореневого каналу за допомогою прицільного Rtg-знімка з підтвердженням апекс-локатора. Під час обробки кореневого каналу використовувалися ручні інструменти (К- та Н-файли)

великих розмірів із постійною дезінфекцією 5,25% гіпохлоритом натрію та активацією розчину за допомогою ультразвуку. Кінцевий розмір обробки апікальної частини кореневого каналу складав 60 розмір файла (рис. 12), що є показом до використання цементів на основі МТА (Mineral Trioksit Agregat) під час кінцевого пломбування кореневого каналу.

На кінцевому етапі для очистки змазаного шару було використано 2 % розчин ЕДТА (експозиція – 1 хв) з послідуною нейтралізацією 5,25% гіпохлоритом натрію. Сумарний час іригації розчинів складав одну годину.



Рис. 10. Постановка матричної системи навколо втрачених тканин 1.3 зуба



Рис. 11. Відновлення втрачених тканин зуба композитом «Sinergi. А2»

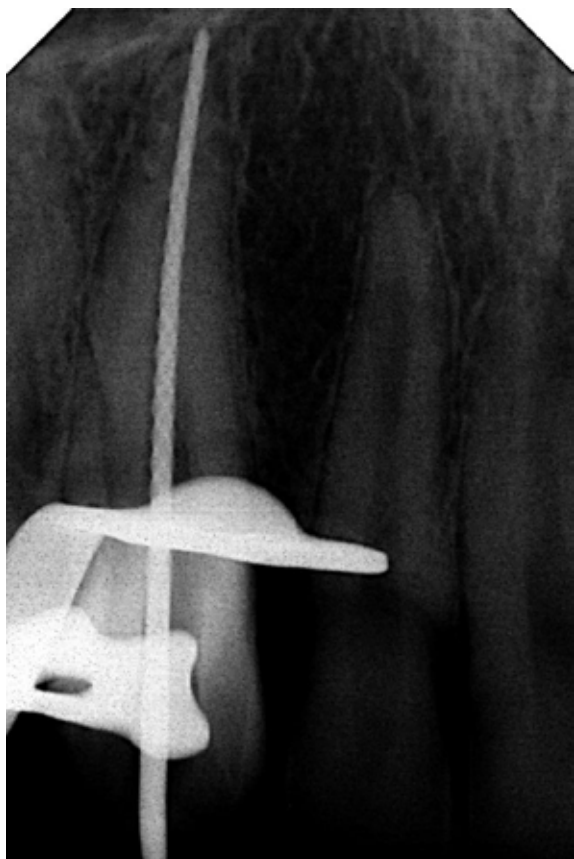


Рис. 12. Кінцевий файл поміщено на всю робочу довжину кореневого каналу 1.3 зуба



Рис. 13. Кореневий канал обтуровано цементом MTA Bio

Після ретельної механічної та хімічної очистки кореневого каналу було прийнято рішення відносно його пломбування. Апікальна третина каналу була обтурована цементом MTA Bio (Cerkamed) (рис. 13), внесеного за допомогою блока Lee, холодних планерів і S-Condenser. Інші 2/3 частини кореневого каналу було обмуровано термопластичною гутаперчею системи (DiaDent) за допомогою інжектора. На рентгенограмі візуалізується запломбований в межах верхівки кореневий канал 1.3 зуба, що є бажаним результатом.

Просвіт кореневого каналу був підготовлений для зміцнення зуба скло волоконним штифтом (СВШ), який був зафіксований композитним цементом подвійного твердіння Clearfil DC Core Plus (Kuraray) (рис. 14, 15).

Після завершення лікування пацієнту було надано рекомендації та призначено контрольний огляд через 1 місяць.

Віддалені результати спостереження через 1 міс показали клінічне «благополуччя», пацієнт не пред'являв жодних скарг на біль, рухомість зуба чи дискомфорт. Маргінальна частина ясен на зубо-ясеневі сосочки набули фізіологічного стану та стабілізувались (рис. 16).



Рис. 14. Постановка скло волоконного штифта в простір кореневого каналу 1.3 зуба

На контрольній прицільній рентгенограмі явищ періапикальної радіюлюценції кісткової тканини в ділянці кореня зуба не виявлялося. Відсутність вогнищ деструкції кісткової тканини в області кореня зуба означає, що пульпектомія та лікування патологічної резорбції проведені успішно. Отже, віддалені результати клінічного та рентгенологічного методів дослідження цервікальної внутрішньо-кореневої патологічної резорбції з перфорацією стінки коронкової частини 1.3 зуба свідчать про ефективність проведених лікувальних маніпуляцій.

Висновок. На прикладі даного клінічного випадку ми намагались ретельно обстежити пацієнта, з'ясувати клінічні аспекти внутрішньо-кореневої патологічної резорбції з використанням інформативних методів дослідження, які б мали патоморфологічне підтвердження виявленої патології. Поєднання адекватних методів дослідження, на наш погляд, дає можливість розширити уяву про патоморфоз виявленої патології, а запропоноване лікування зуба з діагнозом цервікальна внутрішньо-коренева патологічна резорбція з перфорацією стінки коронкової частини, дало можливість досягнути успіху.



Рис. 15. Зуб 1.3 відразу після проведеного етапу зміцнення



Рис. 16. Стан твердих тканин 1.3 зуба та ясен через 1 місяць спостереження

Література:

1. Pathogenesis and classification of tooth resorption. Li XY, Zou XY, Yue L. *Zhonghua Kou Qiang Yi Xue Za Zhi* 2022; 57: 1177–1181.
2. Ricucci, Domenico et al. “Histologic Response of Human Pulp and Periapical Tissues to Tricalcium Silicate-based Materials: A Series of Successfully Treated Cases.” *Journal of endodontics* vol. 46,2 (2020): 307-317. doi:10.1016/j.joen.2019.10.032
3. Internal root resorption: a review / S. Patel, R. Do-menico, C. Durak, F. Tay. *J. Endod.* 2010. Vol. 36. P. 1107–1121.
4. Puentes-Morelos, Tania et al. “Histological Evaluation of Internal Dental Resorption: An Analysis of a Cohort of 50 Cases.” *International journal of dentistry* vol. 2024 1454079. 27 Jun. 2024, doi:10.1155/2024/1454079
5. Silveira, Frank F et al. “Double ‘pink tooth’ associated with extensive internal root resorption after orthodontic treatment: a case report.” *Dental traumatology: official publication of International Association for Dental Traumatology* vol. 25,3 (2009): e43-7. doi:10.1111/j.1600-9657.2008.00755.x
6. Lima, T F et al. “Evaluation of cone beam computed tomography and periapical radiography in the diagnosis of root resorption.” *Australian dental journal* vol. 61,4 (2016): 425-431. doi:10.1111/adj.12407
7. Yi, Jianru et al. “Cone-beam computed tomography versus periapical radiograph for diagnosing external root resorption: A systematic review and meta-analysis.” *The Angle orthodontist* vol. 87,2 (2017): 328-337. doi:10.2319/061916-481.1
8. Jeger, Franziska B et al. “Die digitale Volumentomographie in der Endodontologie. Eine Übersicht für den Praxisalltag” [Cone beam computed tomography in endodontics: a review for daily clinical practice]. *Schweizer Monatsschrift für Zahnmedizin = Revue mensuelle suisse d’odonto-stomatologie = Rivista mensile svizzera di odontologia e stomatologia* vol. 123,7-8 (2013): 661-8.
9. Горальський Л. П., Хомич В. Т., Кононський О. І. Основи гістологічної техніки і морфологічної функціональні методи досліджень у нормі та при патології. *Житомир: Полісся*. 2011. 288 с.
10. Wedenberg, C., and L. Zetterqvist. “Internal resorption in human teeth—a histological, scanning electron microscopic, and enzyme histochemical study.” *Journal of endodontics* vol. 13,6 (1987): 255-9. doi:10.1016/S0099-2399(87)80041-9
11. Popel, S. L., N. O. Gevkaliuk, N. I. Sydliaruk, Y. M. Martyts, M. Y. Pynda, V. Y. Pudyak, and V. Y. Krupey. “Interpretation of the Concepts of Dentinal Tubule and Dentinal Canaliculus”. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, Vol. 15, no. 2, May 2024, pp. 353-60, doi:10.15421/022450.

References:

1. Li X.Y., Zou X.Y., Yue L. (2022). [Pathogenesis and classification of tooth resorption]. *Zhonghua Kou Qiang Yi Xue Za Zhi*;57(11):1177-1181. DOI: 10.3760/cma.j.cn112144-20220513-00254 [in English].
2. Ricucci D., Grande N.M., Plotino G., Tay F.R. (2020). Histologic Response of Human Pulp and Periapical Tissues to Tricalcium Silicate-based Materials: A Series of Successfully Treated Cases. *Journal of Endodontics* [Internet]. Feb;46(2):307–17. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.joen.2019.10.032>[in English]
3. Patel S., Ricucci D., Durak C., Tay F. (2010). Internal Root Resorption: A Review. *Journal of Endodontics* [Internet]. Jul;36(7):1107–21. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.joen.2010.03.014>[in English].
4. Puentes-Morelos T., Simancas-Escorcía V., Tarón-Dunoyer A., Ardila C.M., Díaz-Caballero A. (2024). Histological Evaluation of Internal Dental Resorption: An Analysis of a Cohort of 50 Cases. Pawar A, editor. *International Journal of Dentistry* [Internet]. 2024(1). Available from: <http://dx.doi.org/10.1155/2024/1454079>[in English]
5. Silveira F.F., Nunes E., Soares J.A., Ferreira C.L., Rotstein I. (2009). Double ‘pink tooth’ associated with extensive internal root resorption after orthodontic treatment: a case report. *Dental Traumatology* [Internet]. May 15;25(3). DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1600-9657.2008.00755.x>[in English].
6. Lima T., Gamba T., Zaia A., Soares A. (2016). Evaluation of cone beam computed tomography and periapical radiography in the diagnosis of root resorption. *Australian Dental Journal* [Internet]. Dec;61(4):425–31. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/adj.12407>[in English]
7. Yi, J., Sun, Y., Li, Y., Li, C., Li, X., & Zhao, Z. (2017). Cone-beam computed tomography versus periapical radiograph for diagnosing external root resorption: A systematic review and meta-analysis. *The Angle orthodontist*, 87(2), 328–337. DOI: <https://doi.org/10.2319/061916-481.1>[in English]
8. Jeger, F. B., Lussi, A., Bornstein, M. M., Jacobs, R., & Janner, S. F. (2013). Die digitale Volumentomographie in der Endodontologie. Eine Übersicht für den Praxisalltag [Cone beam computed tomography in endodontics: a review for daily clinical practice]. *Schweizer Monatsschrift für Zahnmedizin – Revue mensuelle suisse d’odonto-stomatologie*, 123(7-8), 661–668. [in German].
9. Horalskyi, L. P., Khomych, V. T., & Kononskyi, O. I. (2011). Osnovy histolohichnoi tekhniky i morfofunktsionalni metody doslidzhennia u normi ta pry patolohii [Fundamentals of histological technique and morphofunctional methods of research in norm and at pathology]. *Zhytomyr: Polissia*, 288. [in Ukrainian].
10. Wedenberg C., Zetterqvist L. (1987). Internal resorption in human teeth—a histological, scanning electron microscopic, and enzyme histochemical study. *Journal*

of Endodontics [Internet]. Jun;13(6):255–9. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/s0099-2399\(87\)80041-9](http://dx.doi.org/10.1016/s0099-2399(87)80041-9)[in English].

11. Popel S.L., Gevkaliuk N.O., Sydliaruk N.I., Martyts Y.M., Pynda M.Y., Pudyak V.Y., Krupey V.Y.

(2024). Interpretation of the concepts of dentinal tubule and dentinal canaliculus. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 15(2). 353-360. Doi: <http://dx.doi.org/10.15421/022450>[in English].