

УДК 616.314-003.95-036.8-08]-092.9(043.3)

DOI 10.11603/2311-9624.2022.3.13275

©Н. О. Гевкалюк, Д. В. Добровольський

e-mail: dobrovolskyi_dv@tdmu.edu.ua

Тернопільський національний медичний університет імені І. Я. Горбачевського МОЗ України

Сучасний стан проблеми внутрішньокореневої резорбції зуба (огляд літератури)

ІНФОРМАЦІЯ

Надійшла до редакції/Received: 17.08.22 р.

Ключові слова: патологічна резорбція; ремінералізуюча терапія; внутрішньокоренева резорбція зуба.

АНОТАЦІЯ

Резюме. В огляді представлено аналіз досліджень щодо проблеми внутрішньокореневої резорбції зуба, методів її діагностики та лікування. Особливу увагу приділено аналізу експериментальних та клінічних досліджень, присвячених формуванню резистентності твердих тканин зуба до дії карієсогенних факторів. На сьогодні однією з актуальних проблем сучасної стоматології залишається проблема розробки заходів впливу на репаративний дентино- та остеогенез. Однак такого роду дослідження нечисленні, більшість, яку ми опрацювали, стосується зовнішньої резорбції кореня зуба, тоді як внутрішні резорбції твердих тканин становлять не меншу проблему для практичного стоматолога.

Мета дослідження – проаналізувати дані наукових джерел літератури щодо внутрішньокореневої резорбції зуба, методів її діагностики та лікування у практиці терапевтичної стоматології.

Матеріали і методи. Застосовано бібліосемантичний метод для з'ясування стану проблеми, вивчення аналізу результатів попередніх наукових досліджень на основі джерел літератури та електронних ресурсів.

Результати досліджень та їх обговорення. В огляді детально описано внутрішню резорбцію – деструкцію внутрішньокореневого дентину та дентинних трубочок уздовж стінок кореневого каналу, а також резорбтивний процес в альвеолярному відростку щелепних кісток. Така патологічна резорбція виникає після травматичних уражень, ортодонтичного переміщення зубів або внаслідок хронічних інфекцій пульпи чи структур пародонта. Продемонстровано можливість ранньої діагностики та досвід використання нових препаратів, ефективних у лікуванні внутрішньої резорбції. Однак для широкого впровадження їх в клінічну практику необхідні достовірні клінічні докази, подальші довготривалі рандомізовані клінічні дослідження.

Висновки. Проблема внутрішньокореневої резорбції зуба потребує всестороннього дослідження механізмів його виникнення та розвитку, а також пошук й впровадження в клінічну практику нових високоефективних лікувально-профілактичних методів.

Вступ. У сучасній стоматології проблема патології твердих тканин зуба залишається актуальною, що зумовлено високою поширеністю, значною інтенсивністю карієсу зубів, великою кількістю його ускладнень і зростаючою потребою в стоматологічній допомозі. Зараз, на думку експертів Global Burden of Disease

Study (2017) [1], є очевидним, що на глобальному рівні відбувається епідеміологічний перехід у стоматології через значне поширення захворювань порожнини рота. Сьогодні в промислово розвинених країнах для лікування карієсу зубів витрачається 5–10 % бюджетів охорони здоров'я.

Відповідно до Глобального дослідження хвороб, яке провели недавно, найбільш поширеним із 291 серйозних захворювань та уражень є нелікований карієс зубів. Серед найпоширеніших станів, включених у Global Burden of Disease Study 2017 року [1], перше рангове місце посідає карієс постійних зубів (2,3 млрд людей) і 12-те місце – карієс тимчасових зубів (560 млн дітей). Найбільш активно, за даними ВООЗ, карієс уражає постійні зуби дітей 12 років [2]. При цьому він є однією з основних причин госпіталізації дітей у деяких країнах із високим рівнем доходу [1]. Рівень захворюваності на карієс зубів дитячого населення України в останні десятиріччя не має тенденції до зниження і коливається в межах від 80 до 100 % залежно від регіону країни [3]. Висока частота ускладнень карієсу зубів – пульпіт і періодонтит є основною причиною видалення зубів [4].

Метою дослідження було проаналізувати дані наукових джерел літератури щодо внутрішньокореневої резорбції зуба, методів її діагностики та лікування в практиці терапевтичної стоматології.

Матеріали і методи. Застосовано бібліосемантичний метод для з'ясування стану проблеми, вивчення аналізу результатів попередніх наукових досліджень на основі джерел літератури та електронних ресурсів.

Результати досліджень та їх обговорення. У більшості країн із низьким і середнім рівнем доходів зі зміною умов життя поширеність захворювань порожнини рота продовжує зростати [5]. Завдання ВООЗ, спрямовані на профілактику стоматологічних захворювань, передбачають вплив на комплекс місцевих та загальних факторів: харчування, житлово-побутових, медико-соціальних умов, якості диспансерного спостереження населення. Важливим завданням сучасної консервативно-профілактичної стоматології є ефективна профілактика та лікування початкових стадій карієсу зубів, актуальність якої не має тенденції до зниження для населення багатьох країн світу, в тому числі України.

Медична значимість проблеми профілактики, раннього виявлення та лікування карієсу зубів настільки велика, що всестороннє дослідження механізмів його виникнення та розвитку, а також пошук і впровадження в клінічну практику нових високоефективних лікувально-профілактичних методів, виділено у важливий самостійний (15-й із 36-ти заявлених ВООЗ) тренд сучасної стоматології

(«Emerging Trends in Oral Health Science and Dentistry, 2015, Ch. 15») [2]. На сьогодні комплексні карієспрофілактичні заходи, які запроваджені на жаль, не завжди демонструють високу свою ефективність [6]. Тому актуальним завданням сучасної карієсології є розробка нових та удосконалення існуючих методів профілактики та прогнозування розвитку й перебігу карієсу зубів у дітей.

Результати багаточисельних досліджень показали, що основним етіологічним фактором карієсу зубів є карієсогенна мікрофлора порожнини рота, яка набуває агресивних властивостей в умовах тривалого контакту мікробної біоплівки з поверхнею зуба при неадекватній гігієні порожнини рота, при переважанні в харчовому раціоні легкозасвоюваних вуглеводів, вікових змінах структури емалі, низькому рівні карієсрезистентності твердих тканин зуба, що змінюють склад, властивості та кількість ротової рідини [7–11].

Встановлено, що фізичні властивості змішаної слини завдають суттєвого впливу на гомеостаз твердих тканин зубів. Зміни елементного складу змішаної слини відіграють важливу роль в етіології стоматологічних захворювань. Змішана слина виконує мінералізуючу функцію тільки за умови нейтрального або слаболужного значення рН, коли вона перенасичена іонами кальцію та фосфору. Рівень елементного та імуноглобулінового статусу змішаної слини здорових людей свідчить про стан місцевого імунітету порожнини рота. Мікроелементи є складовими компонентами речовин, які беруть участь в обмінних процесах і регулюють їх в організмі, впливаючи на резистентність чи схильність зубів до карієсу [12]. У наш час розроблено ряд методів визначення індивідуальної схильності до карієсу зубів, з точки зору прогностичної цінності яких одним із найефективніших прийнято вважати структурно-функціональну кислотостійкість емалі зубів із життєздатною пульпою, що визначають за тестом емалевої резистентності [13].

Ведучою ланкою в патогенезі карієсу зубів і його ускладнень є порушення динамічної рівноваги між процесами ремінералізації та демінералізації у порожнині рота. На баланс цих процесів впливають багаточисельні фактори, однак незалежно від провокуючого фактора, ділянка підвищеної проникності та пониженої щільності полегшує адгезію та колонізацію емалі зубів бактеріями, які проду-

кують кислоти, ще більше посилюючи процес демінералізації [14].

Сучасний арсенал засобів ремінералізуючої терапії різноманітний за складом і способам застосування. Так, сполуки фтору використовуються в стоматології понад 70 років, і різке зниження поширеності карієсу зубів у багатьох країнах світу пов'язують саме з їх застосуванням [15–17]. Встановлено, що фтор сповільнює розвиток і прогресування карієсу зубів завдяки пригніченню процесів демінералізації та посиленню ремінералізації, а також завдаючи пригнічувального впливу на метаболізм бактерій зубного нальоту. Високі концентрації фтору беруть участь в утворенні слаблорозчинного фториду кальцію, який захищає поверхню зубів від агресивних факторів зовнішнього середовища [18]. Однак спеціалісти зазначають, що ефективність фторидів щодо ремінералізації емалі обмежена рівнем біодоступних іонів кальцію та фосфату, і якщо вміст останніх в слині знижений, то динамічний процес все одно зміщується в сторону демінералізації [19].

Разом з тим, у багаточисленних роботах зазначається, що ремінералізуюча терапія ефективна лише при збереженні білкової матриці емалі та є оптимальною для відновлення її структури на ранніх стадіях карієсу зубів. Помилки на етапі ранньої діагностики карієсу зубів і несвоєчасне його лікування спричиняють у подальшому розвиток таких ускладнень як пульпіт, періодонтит, періостит тощо.

Відомо, що зуб і оточуючі його тканини та середовища – це особлива біомеханічна система з унікальними фізико-механічними властивостями. Інтактна емаль завдяки потужній міцності здатна поглинати та рівномірно розподіляти жувальні навантаження. Однак при структурно-функціональних змінах емалі динамічні жувальні навантаження створюють умови для перерозподілу зон, унаслідок чого формується деформаційний стрес, який призводить до збільшення площі руйнування емалі та дентину, сприяючи розвитку пульпіту та періодонтиту.

На сьогодні однією з актуальних проблем сучасної стоматології є проблема розробки заходів впливу на репаративний дентино- та остеогенез. У своїй практичній роботі лікарі-стоматологи, плануючи лікування тієї чи іншої патології, оцінюючи можливий прогноз, повинні враховувати багато факторів. Існує група захворювань, з якою практичні фахівці зу-

стрічаються набагато частіше, ніж здається, і вплив якої на результат лікування явно недооцінений – це резорбції. Відомо, що резорбція може бути як фізіологічною, так і патологічною, що поділяється на зовнішню та внутрішню. Об'єктивні дані про поширеність патологічної резорбції практично відсутні. На думку різних авторів, патологічна резорбція діагностується в межах від 0,1 % до 95 %. Більшість досліджень стосується зовнішньої резорбції кореня зуба, тоді як внутрішні резорбції твердих тканин становлять не меншу проблему для практичного стоматолога.

Поширеність, етіологія та перебіг внутрішньої резорбції кореня зуба до даного часу не встановлені. Остаточні причини виникнення внутрішньої кореневої резорбції невідомі, автори вказують на вплив запального процесу та бактеріального фактора [20]. Резорбція кореня зуба може бути спричинена травмою (механічною, хімічною, термічною), що викликає ушкодження та подальше запалення пульпи, а також із проведенням ортодонтичного лікування [21, 22]. Ряд дослідників пов'язують виникнення внутрішньокореневої резорбції з гіперпаратиреоїдизмом [23], оперізуючим лишаєм, персистою вірусною інфекцією [24]. Деякі автори вважають, що це ідіопатичний процес [25]. Існує теорія, згідно з якою внутрішня резорбція кореня виникає в результаті аутоімунної реакції організму на білок дентину, що проявляється під дією різних факторів [25]. Однак експериментальних даних цієї гіпотези не отримано.

Епідеміологічних даних про поширеність внутрішньокореневої резорбції немає, не виявлено кореляційного зв'язку із статтю та віком пацієнта. За даними проведених різними авторами досліджень, частота виявлення внутрішньокореневої резорбції складає 0,01 % – 55 %. Однак самі автори уточнюють, що ці дані можуть бути помилковими внаслідок малої кількості спостережень і різниці в способах вивчення.

Згідно з теорією Американської асоціації ендодонтистів, резорбція визначається як стан, пов'язаний або з фізіологічним, або з патологічним процесом, що відбувається всередині дентину, цементу або кісткової тканини [26]. Резорбція зубів є або фізіологічним, або патологічним процесом, який відбувається всередині зуба (пульпарний), або ззовні (періодонтальний). Внутрішня резорбція – пульпарна – це деструкція внутрішньокореневого

дентину та дентинних трубочок уздовж стінок кореневого каналу [27–29]. Внутрішня резорбція відмічається на внутрішніх стінках кореневого каналу, тоді як зовнішня резорбція відмічається на поверхні кореня або в пришийковій ділянці зуба. Зовнішня резорбція відбувається одночасно з резорбцією альвеолярної кістки і резорбтивний процес відбувається так само як і в альвеолярній кістці. Патологічна резорбція виникає після травматичних уражень, ортодонтичного переміщення зубів або внаслідок хронічних інфекцій пульпи чи структур пародонта [26].

Внутрішню резорбцію можна поділяти за причиною її виникнення на запальну, транзиторну, прогресуючу та замісну [26]. Запальна резорбція найчастіше починається після ушкодження предентину внаслідок бактеріальної інфекції або травми [30–33]. Внутрішня запальна резорбція починається після стимулу – запалення з усуненням гальмівного механізму, тобто втратою або зміною захисного (предентинового/одонтобластного) шару інвазією в пульпу клітин одонтокластів/дентинокластів [34]. Внутрішня резорбція переважно виникає в результаті тривалого запального процесу [31–33]. Автори єдині в думці: резорбція – це запальний процес, що бере початок у порожнині зуба та супроводжується втратою дентину з можливим залученням цементу кореня [35].

Хоч істинна причина внутрішньої резорбції невідома, однак загальновизнано, що ушкодження органічної оболонки, клітин предентину та одонтобластів, які покривають мінералізований дентин всередині кореневого каналу, піддають мінералізовану тканину впливу клітин пульпи з резорбтивним потенціалом [36]. При цьому процес резорбції може перебігати з різною швидкістю та різним періодом активності.

Етіологічний фактор призводить до ушкодження зуба, яке починається з внутрішньо пульпарної кровотечі. Внаслідок цього утворюється гематома, яка в подальшому заміщається грануляційною тканиною. Проліферуюча грануляційна тканина завдає тиску на стінки дентину, внаслідок чого відбувається руйнування тканин, що покривають внутрішню поверхню кореневого каналу, шару одонтобластів і предентину. У пульпі зуба відбуваються цитологічні зміни: з недиференційованих резервних клітин сполучної тканини формуються одонтокласти, внаслідок чого починається резорб-

ція. Перебіг цього процесу можливий тільки при збереженні всередині порожнини зуба життєздатних ділянок пульпи та ділянок васкуляризації, що забезпечують трофіку одонтокластів. Морфологічно одонтокласти подібні до остеобластів, у них схожі органели та ферментативні властивості, але одонтокласти менші за розміром, у них менше ядер, резорбтивні вогнища, які вони формують, також менші за розміром. Внутрішня резорбція кореня в його класичній формі поширюється симетрично у всіх напрямках в дентин, що оточує пульпу [37]. Гістологічно розвиток внутрішньої резорбції поділяють на дві фази: ушкодження та інфекційну стимуляцію, або підтримка процесу резорбції.

Процес внутрішньої резорбції залежить від двох факторів – наявності вітальної тканини пульпи в ділянці резорбції та частково від повністю некротизованої пульпи, що створює умови для постійного проникнення мікроорганізмів та їх антигенів у кореневий канал. Саме мікробний стимул є суттєвим фактором персистенції резорбції [38]. Мікроорганізми можуть бути виявлені як в дентинних каналцях, так і в некротизованій частині кореневої чи коронкової пульпи, яка сполучається з грануляційною тканиною зубів, що піддаються прогресуючій резорбції.

Очевидно, зміни в мікроциркуляторному руслі пульпи викликають гіперемію, зміну рівня рН, таким чином залучаючи численні макрофаги в ділянку, запускаючи розвиток резорбтивних процесів. Сполучна тканина в результаті резорбтивної активності може підлягати метаплазії з утворенням грануляційної тканини [39]. Внутрішньорезорбтивне вогнище в основному складається з грануляційної тканини. Сполучна тканина пульпи зуба сильно васкуляризована, інфільтрована лімфоцитами, макрофагами, нейтрофільними лейкоцитами, плазматичними клітинами. Нейтрофіли та макрофаги прикріплюються до мінералізованої поверхні дентину. Зустрічаються також «резорбтивні бухти» з численними одонтокластами [40].

Резорбція зберігається до тих пір, поки залишається жива тканина пульпи зуба, однак вона може призвести до сполучення пульпи зуба з тканинами періодонта [41]. Найчастіше уражається пришийкова ділянка зуба, оскільки запалення пульпи викликає переважно бактерійна інвазія. Резорбція продовжується до тих пір, поки залишається вітальна пульпа, як пра-

вило, коронкова пульпа некротизована, проте апікальна її частина залишається живою. Однак при повній некротизації пульпи процес резорбції припиняється [42]. При усуненні вогнища інфекції – некротизованої пульпи – процес резорбції призупиняється, в цьому випадку резорбцію вважають транзитною.

Однак наявність колатерального кровопостачання через додаткові канали від періодонтальної зв'язки до місця резорбції може сприяти підтриманню процесу резорбції. Прогресування інфекційного процесу викликає некроз усієї тканини пульпи й обмежує резорбтивний процес, що виступає захисним механізмом, обмежуючи його прогресування [43].

Діагностика внутрішньої резорбції на ранніх етапах складна, оскільки перебігає переважно безсимптомно, клінічні симптоми присутні лише у 1–2 % випадків [44]. Успішне лікування передбачає проведення ретельної діагностики та збору анамнезу. При цьому важливо встановити, чи є резорбція внутрішньою, чи не сполучається вона з періодонтальною зв'язкою. Внутрішня резорбція виявляється переважно в коренях фронтальних зубів, частіше у бокових різцях. Описані випадки проявів частіше виявляються в молодому віці, в чоловіків [28, 43]. Однією, інколи єдиною клінічною ознакою внутрішньої резорбції є клінічна ознака «рожевої плями» на коронці зуба [44]. Поява «рожевої плями» в коронковій частині ураженого зуба є характерною ознакою прогресуючої внутрішньої резорбції. Рожевий колір утворюється внаслідок поширення резорбтивного процесу на пришийкову ділянку зуба внаслідок вrostання грануляційної тканини під емаль коронки зуба [39, 45]. При цьому в пульпі зуба можна спостерігати частковий або повний її некроз [43].

При активно прогресуючому процесі можуть бути типові для пульпиту симптоми. Біль може бути основним симптомом, якщо є повна перфорація коронки зуба і грануляційна тканина зазнає впливу середовища ротової порожнини. Коронкова частина пульпи часто некротизується, при цьому апікальна частина пульпи, яка включає резорбтивний дефект, може залишатись вітальною [34]. При розвитку внутрішньої резорбції може виникнути початкова перфорація кореня зуба, в результаті чого може з'явитись біль у ділянці причинного зуба. При цьому процес продовжує прогресувати навіть у випадку повного некрозу пульпи, так як трофіка грануляційної тка-

нини відбувається за рахунок періодонтальної зв'язки [43].

Необхідно зазначити, що гістологічні дослідження показали більшу частоту виявлення внутрішньої резорбції, ніж рентгенологічний метод. Переважно внутрішню резорбцію виявляють випадково при проведенні рентгенологічного дослідження на предмет виявлення резорбції стінки пульпарного дентину. Внутрішня резорбція має рівномірне розширення просвіту кореневого каналу з правильною будовою кістки, тоді як зовнішня резорбція має нерівномірну межу з альтерацією в прилеглий кістковій тканині [34]. Викликана інфекційним запаленням внутрішня резорбція виявляється у вигляді рентгенологічних утворень округлої або овальної форми однакової щільності, що містяться в кореновому каналі, випинаючись із пульпарної камери зуба, поряд із симетричним розширенням просвіту кореневого каналу [46]. Ділянка деструкції переважно виглядає як однорідне, добре окреслене симетричне рентгенівське розширення пульпарної камери або кореневого каналу зуба [47].

Проте для ранньої діагностики внутрішньої резорбції двовимірною рентгенографією малоефективна, оскільки дозволяє виявити осередки розміром від 2–3 мм зі ступенем демінералізації твердих тканин близько 75 %. Конусно-променевою комп'ютерною томографією дозволяє виявити внутрішню резорбцію на ранніх стадіях, що покращує прогноз лікування [29, 47–49].

Метою лікування внутрішньої резорбції кореневого каналу є видалення некротизованої та вітальної частини пульпи зуба, яка здатна підтримувати та стимулювати резорбтивні процеси шляхом кровопостачання, а також дезінфекція та obturaція системи кореневих каналів. Оскільки резорбтивний процес є результатом запалення пульпи зуба, а кластичні клітини-попередники рекрутуються переважно через кровоносні судини, контролювати процес внутрішньої резорбції кореня концептуально легко шляхом кровопостачання резорбуючих тканин при традиційній терапії кореневих каналів. У випадку внутрішньої резорбції масивна кровотеча з кореневого каналу та деформована його форма затрудняють інструментальну та медикаментозну обробку кореневого каналу. Паста з гідроксидом кальцію, введена в кореневий канал, крім ремінералізуючої дії, додатково зменшує кровотечу та некротизує пульпу, що залишилась вітальною. Для зупинки кровотечі більшу частину

пульпи зуба рекомендують видалити при першому відвідуванні.

Для отримання стійкого позитивного результату при лікуванні внутрішньої резорбції кореневого каналу, крім усунення запалення та дії на патогенну мікрофлору кореневого каналу, необхідно досягти також репаративної регенерації тканин стінки пульпарного дентину. Так, І. Р. Костюк та співавт. [50], для отримання стійкого позитивного результату при лікуванні періодонтиту постійних зубів хронічного та загостреного перебігу запропонували пасту, призначену для тимчасового пломбування кореневих каналів. До складу пасту входять кальцію гідроксид та настоянка живокосту – препарати, які, крім протизапальної дії, знешкоджують патогенну мікрофлору кореневого каналу, а також стимулюють репаративні процеси в заапикальній ділянці кореня зуба, позитивно впливаючи на регенерацію та мінералізацію кісткової тканини в ділянці дефекту.

Отже, успіх лікування значною мірою залежить від ефективності препаратів, які проявляють протизапальну дію та стимулюють репаративні процеси в зоні пульпарного дентину. Першочергове введення в кореневий канал паст на основі гідроксиду кальцію може призвести до ремінералізації та здатне зупинити резорбтивний процес.

У разі проведення ендодонтичного лікування видалення залишків органічних тканин із резорбованих ділянок кореневого каналу за допомогою ендодонтичних інструментів, проведення якісної тривимірної obturaції не завжди можливе [51]. У літературі описані, як правило, поодинокі клінічні випадки, коли автори використовують різні методики очищення, іригації кореневого каналу, obturують кореневий канал за допомогою різних матеріалів та методів [52–54]. Для постійного плом-

бування кореневого каналу в випадку внутрішньої резорбції у літературі описано використання різних матеріалів, зокрема гутаперчі. Проте в сучасній літературі перевагу надають МТА через його кращу герметичність та біосумісність [55, 56]. Однак, якщо вчасно не лікувати внутрішню резорбцію кореня зуба, це може призвести до обширного ушкодження тканин зуба, до перфорації кореня, і в кінцевому результаті, до втрати зуба [57].

Висновки. Попри те, що на сьогодні універсальні протоколи лікування внутрішньокореневої резорбції зуба відсутні, сучасними ендодонтичними методами лікування можна зберегти зуби навіть із обширними резорбтивними ураженнями. Незалежно від провокуючого фактора, який призвів до виникнення даної патології, зусилля лікаря-стоматолога повинні бути спрямовані на ранню діагностику внутрішньокореневої резорбції зуба, яка включає ретельний збір анамнестичних даних, оцінку можливих клінічних симптомів, проведення додаткових методів дослідження та оптимальне ендодонтичне лікування із застосуванням препаратів, що стимулюють репаративні процеси в зоні пульпарного дентину, та проведення якісної тривимірної obturaції системи кореневих каналів. Отже, проблема внутрішньокореневої резорбції зуба потребує всестороннього дослідження механізмів його виникнення та розвитку, а також пошук і впровадження в клінічну практику нових високоефективних лікувально-профілактичних методів.

Перспективи подальших досліджень будуть спрямовані визначення механізмів розвитку внутрішньокореневої резорбції залежно від карієсрезистентності емалі та властивостей ротової рідини, розробку та впровадження лікувально-профілактичного комплексу для лікування даної патології.

©N. O. Gevkaliuk, D. V. Dobrovolskyi

I. Horbachevsky Ternopil National Medical University

The current situation of the problem of the intraradicular resorption of the tooth (literature review)

Summary. The review presents an analysis of studies devoted to the problem of the intraradicular resorption of the tooth, methods of its diagnosis and treatment. Special attention is paid to the analysis of experimental and clinical studies, devoted to the formation of resistance of the tooth dental tissue to the action of cariogenic factors. One of the urgent problems of modern dentistry for today is the problem of developing of measures of influence on the reparative dentinogenesis and osteogenesis. However, such studies are not numerous, most of those which are investigated by us relate to external resorption of root of the tooth, while internal resorption of the tooth dental tissue is equally problematic for the practicing dentist.

The aim of the study – to analyze the data of scientific sources of the literature on intra-root resorption of the tooth, methods of its diagnosis and treatment in the practice of therapeutic dentistry.

Materials and Methods. The bibliosemantic method was used to clarify the state of the problem, study the analysis of the results of previous scientific research based on literature sources and electronic resources.

Results and Discussion. The review describes internal resorption in detail - destruction of the intraradicular dentin and dentin tubules along of the walls of the canalis radialis, as well as the resorptive process in the alveolaris processus of the jaw bones. Such pathological resorption occurs after traumatic injuries, orthodontic movement of teeth or as a result of chronic infections of the pulp or structures of the periodontal. Demonstrated the possibility of early diagnosis and experience in the use of new drugs that are effective in the treatment of internal resorption. However, for their widespread introduction into clinical practice, reliable clinical evidence and further randomized clinical trials are necessary.

Conclusions. The problem of intra-root resorption of a tooth requires a comprehensive study of the mechanisms of its occurrence and development, as well as the search and introduction into clinical practice of new highly effective treatment and prevention methods.

Key words: pathological resorption; remineralization therapy; intraradicular resorption of the tooth.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Dye B. A. The Global Burden of Oral Disease: Research and Public Health Significance / B. A. Dye // J. Dent. Res. – 2017. – Vol. 96 (4). – P. 361–363. DOI: 10.1177/0022034517693567.
2. World Health Organization. World Oral Health Report. Accessed 25 March 2020. [Електронний ресурс]. Доступно: <https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/oral-health>.
3. Смоляр Н. І. Тенденція та прогноз ураження зубів карієсом у дітей м. Львова у світі глобальних цілей ВООЗ / Н. І. Смоляр, Е. В. Безвужко, Т. Г. Гутор // Новини стоматології. – 2009. – № 3 (60). – С. 90–92.
4. Robinson C. Resin infiltration treatment for caries lesions. Understanding dental caries / C. Robinson, M. Goldberg Ed. // Springer. – 2016. – P. 199–208.
5. Peres A Marco Oral diseases: a global public health challenge / Marco A Peres. – Lancet, 2019. DOI: 10.1016/S0140-6736(19)31146-8.
6. Савичук Н. О. Стоматологічне здоров'я дітей, методологічні підходи та критерії оцінки / Н. О. Савичук // Современная стоматология. – 2008. – № 1. – С. 94–98.
7. Anderson M. Risk assessment and epidemiology of dental caries: Review of the literature / M. Anderson // Pediatr. Dent. – 2002. – No. 24. – P. 377–385.
8. Bowen W. H. Do we need to be concerned about dental caries in the coming millennium? / W. H. Bowen // Crit. Rev. Oral Biol. Med. – 2002. – Vol. 13. – P. 126–131.
9. Cummins D. Biotechnology in oral care. In: Cosmetic Science and Technology Series / D. Cummins, W. H. Bowen // Biotech. in Personal Care, Lad R, ed. Taylor and Francis, Ltd., New York. – 2006. – Vol. 29. – P. 323–352.
10. Minimal intervention dentistry for managing dental caries – a review: report of a FDI task group / J. E. Frencken, M. C. Peters, D. J. Manton [et al.] // Int. Dent. J. – 2012. – Vol. 62 (5). – P. 223–243. DOI: 10.1111/idj.12007.
11. Kuramitsu H. K. Interspecies interactions within oral microbial communities / H. K. Kuramitsu, X. He, R. Lux [et al.] // Microbiol. Mol. Biol. Rev. – 2007. – Vol. 71. – P. 653–670.
12. Леус П. А. Индикаторы стоматологического здоровья, на что они указывают? / П. А. Леус // Современная стоматология. – 2015. – С. 4–7.
13. Окушко В. Р. Основы физиологии зуба : учеб. для врачей-стоматологов и студентов медицинских университетов / В. Р. Окушко. – Тирасполь : Изд-во Приднестр. ун-та, 2005. – 240 с.
14. Science of the total environment lead contents in the surface enamel of primary and permanent teeth, whole blood, serum, and saliva of 6- to 8-year-old children / G. Regina, C. D. Almeida, C. D. Sousa [et al.] // Sci. Total Environ. – 2011. – No. 409 (10). – P. 1799–1805.
15. Левицкий А. П. Современные представления об этиологии и патогенезе кариеса зубов / А. П. Левицкий // Вісник стоматології. – 2002. – № 4. – С. 119–124.

16. Контроль над карієсом зуба: еволюція концепції / Л. О. Хоменко, Н. В. Біденко, О. І. Остапко // Стоматологія: от науки к практике. – 2013. – № 1. – С. 53–65.
17. Demineralization and remineralization. Dental caries: principles and management / C. Lei, L. Jiyao, X. H. K. Hockin, Z. Xuedong // Ed. by Xuedong Z. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag. – 2016.
18. Comparison of the effect of resin infiltrant, fluoride varnish, and nano-hydroxy apatite paste on surface hardness and streptococcus mutans adhesion to artificial enamel lesions.
19. Han S. Promotion of enamel caries remineralization by an amelogenin-derived peptide in a rat model / S. Han, Y. Fan, Z. Zhou // Arch. Oral. Biol. – 2017. – No. 73. – P. 66–71.
20. Prevalence of internal inflammatory root resorption / C. Gabor, E. Tam, Y. Shen, M. Haapasalo // J. Endod. – 2012. – Vol. 38, No. 1. – P. 24–27.
21. Internal root resorption: An endodontic challenge: A case series / T. Kumar, S. Mittal, S. Mittal, J. Sharma // J. Conserv. Dent. – 2014. – Vol. 17, No. 6. – P. 590–593.
22. Frequency of root resorption following trauma to permanent teeth / A. J. Soares, G. A. Souza, A. C. Pereira [et al.] // J. Oral. Sci. – 2015. – Vol. 57, No. 2. – P. 73–78.
23. Multiple internal resorption in permanent teeth associated with hyperparathyroidism / E. Nagaraj, R. P. Kaur, P. H. Raghuram, P. S. Kumar // Indian J. Dent. Res. – 2013. – Vol. 24, No. 1. – P. 128–131.
24. Varicella Zoster Virus and Internal Root Resorption: A Case Report / B. Talebzadeh, S. Rahimi, A. A. Abdollahi [et al.] // Endod. – 2015. – Vol. 41, No. 8. – P. 1375–1381.
25. Silva L. Immunology and root resorption: a possible relationship / L. Silva, C. Guimaraes, R. Santos // The Internet Journal of Dental Science. – 2009. – No. 7 (2). – P. 14.
26. Ne R. F. Tooth resorption / R. F. Ne, D. E. Witherspoon, J. L. Gutmann // Quintessence International. – 1999. – Vol. 30, No. 1. – P. 9–25.
27. Management of internal root resorption on permanent teeth / E. Nilsson, E. Bonte, F. Bayet, J. Lasfargues // International Journal of Dentistry. – 2013.
28. Internal root resorption: a review / S. Patel, R. Domenico, C. Durak, F. Tay // J. Endod. – 2010. – Vol. 36. – P. 1107–1121.
29. Rare multiple internal root resorption associated with perforation – a case report / P. Perlea, C. C. Nistor, I. Suci [et al.] // Rom. J. Morphol. Embryol. – 2014. – Vol. 55, No. 4. – P. 1477–1481.
30. Tronstad L. Root resorption – etiology, terminology and clinical manifestations / L. Tronstad // Dental Traumatology. – 1988. – Vol. 4, No. 6. – P. 241–252.
31. Development of a new in vitro methodology to simulate internal root resorption / P. F. Da Silveira, M. B. Vizzotto, F. Montagner [et al.] // J. Endod. – 2014. – No. 40 (2). – P. 211–216.
32. Fuss Z. Root resorption - diagnosis, classification and treatment choices based on stimulation factors / Z. Fuss, I. Tsisis, S. Lin // Dent. Traumatol. – 2003. – No. 19 (4). – P. 175–182.
33. Prevalence of internal inflammatory root resorption / C. Gabor, E. Tam, Y. Shen, M. Haapasalo // J. Endod. – 2012. – No. 38 (1). – P. 24–27.
34. Trope M. Root resorption due to dental trauma / M. Trope // Endodontic Topics. – 2012. – Vol. 1, No. 1. – P. 79–100.
35. American Association of Endodontists; [https://www.aae.org/Glossary of endodontic terms](https://www.aae.org/Glossary_of_endodontic_terms), 2012.
36. Mangani F. Endodontic treatment of a “very particular” maxillary central incisor / F. Mangani and C. J. Ruddle. // Journal of Endodontics. – 2014. – Vol. 20, No. 11. – P. 560–561.
37. Fernandes M. Tooth resorption part I - pathogenesis and case series of internal resorption / M. Fernandes, I. de Ataíde, R. Wagle // Journal of conservative dentistry. – 2013. – Vol. 16, No. 1. – P. 4–8.
38. Haapasalo M. Internal inflammatory root resorption—the unknown resorption of the tooth / M. Haapasalo, U. Endal // Endodontic Topics. – 2016. – Vol. 14. – P. 60–79.
39. Internal root resorption: a review / S. Patel, R. Domenico, C. Durak, F. Tay // J. Endod. – 2020. – Vol. 36. – P. 1107–1121.
40. Wedenberg C. Internal resorption in human teeth—a histological, scanning electron microscopic, and enzyme histochemical study / C. Wedenberg, L. Zetterqvist // Journal of Endodontics. – 2007. – Vol. 13, No. 6. – P. 255–259.
41. Goultschn J. Root resorption: review and discussion / J. Goultschn, D. Nitzan, B. Azaz // Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. – 2012. – Vol. 54. – P. 586–591.
42. Prevalence of internal inflammatory root resorption / C. Gabor, E. Tam, Y. Shen, M. Haapasalo // J. Endod. – 2012. – No. 38 (1). – P. 24–27.
43. Haapasalo M. Internal inflammatory root resorption: the unknown resorption of the tooth / M. Haapasalo, U. Endal // Endodontic Topics. – 2006. – Vol. 14, No. 1. – P. 60–79.
44. Andreasen J. O. Luxation of permanent teeth due to trauma. A clinical and radiographic follow-up study of 189 injured teeth / J. O. Andreasen // European Journal of Oral Sciences. – 2010. – Vol. 78, No. 1–4. – P. 273–286.
45. Aparna P. Perforating internal resorption: Review and case reports / P. Aparna, M. Rahul, J. Varun // Journal of Pierre Fauchard Academy (India Section). – 2008. – No. 22 (4). – P. 147–151.
46. Sanjeev Datana Lt Col Internal resorption: an unusual form of tooth Resorption / Lt Col Sanjeev Datana, Col V Radhakrishnan // MJAFI. – 2011. – Vol. 67. – P. 364–366.
47. Evaluation of cone beam computed tomography and periapical radiography in the diagnosis of root resorption / T. F. Lima, T. O. Gamba, A. A. Zaia, A. J. Soares // Aust. Dent. J. – 2016. – Vol. 61, No. 4. – P. 425–431.
48. The use of cell culture platforms to identify novel markers of bone and dentin resorption / W. J. Jr. Rody, O. Krokhn, V. Spicer [et al.] // Orthod. Craniofac. Res. – 2017. – Vol. 20, Suppl. 1. – P. 89–94.
49. CBCT Post-Processing Tools to Manage the Progression of Invasive Cervical Resorption: A Case Report / F. Vasconcelos Kde, S. L. de-Azevedo-Vaz, D. Q. Freitas, F. Haiter-Neto // Braz. Dent. J. – 2016. – Vol. 27, No. 4. – P. 476–480.
50. Вивчення остеорегенеруючих властивостей пасти на основі настоянки живокосту та кальцію гідроксиду в експерименті / І. Р. Костюк, Г. М. Мельничук, З. Я. Витвицький, В. М. Костюк // Галицький лікарський вісник. – 2013. – Т. 20, № 1. – С. 42–46.
51. Любченко О. В. Кореневі герметики. Проблема вибору: огляд літератури / О. В. Любченко // Новини стоматології. – 2011. – № 3 (68). – С. 6–11.
52. Calcium enriched mixture cement for primary molars exhibiting root perforations and extensive root resorption: report of three cases / S. Asgary, S. Tavassoli-Hojjati, S. Kameli [et al.] // Pediatr. Dent. – 2014. – Vol. 36, No. 1. – P. 23E–27E.

53. Bendyk-Szeffer Maja Perforating internal root resorption repaired with mineral trioxide aggregate caused complete resolution of odontogenic sinus mucositis: a case report / Maja Bendyk-Szeffer // *Journal of endodontics*. – 2015. – Vol. 41, No. 2. – P. 274–278.

54. Ebeleseder K. A. Arrest and Calcification Repair of internal root resorption with a novel treatment approach: Report of two cases / K. A. Ebeleseder, L. Kçiku // *Dent. Traumatol.* – 2015. – Vol. 31, No. 4. – P. 332–337.

55. Double “pink tooth” associated with extensive internal root resorption after orthodontic treatment: a case report / F. F. Silveira, E. Nunes, J. A. Soares, C. L. Ferreira, I. Rotstein // *Dental Traumatology*. – 2009. – Vol. 25, No. 3 – P. e43–e47,

56. Torabinejad M. Mineral trioxide aggregate: a comprehensive literature review-part II: leakage and biocompatibility investigations / M. Torabinejad, M. Parirokh // *Journal of Endodontics*. – 2010. – Vol. 36, No. 2. – P. 190–202.

57. Andreasen O. Review of root resorption systems and models: biology of root resorption and the homeostatic mechanisms of the periodontal ligament / O. Andreasen, Z. Davidovitch Ed. // *Proceedings of the International Conference on the Biological Mechanisms of Tooth Eruption and Root Resorption*. – Birmingham, UK : Ebsco Media, 2018. – P. 9–21.

REFERENCES

- Dye, B.A. (2017) The Global Burden of Oral Disease: Research and Public Health Significance. *J. Dent. Res.*, 96(4), 361-363. DOI: 10.1177/0022034517693567.
- World Health Organization. World Oral Health Report. Accessed 25 March 2020. [Electronic resource]. Retrieved from: <https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/oral-health>.
- Smoliiar, N.I., Bezvushko, E.V., & Hutor, T.H. (2009). Tendentsiya ta prohnaz urazhennia zubiv kariyosom u ditey m. Lvova u sviti hlobalnykh tsiley VOOZ [The trend and prognosis of dental caries in children of Lviv city in the world of WHO global goals]. *Novyny stomatolohii – News of Stomatology*, 3(60), 90-92 [in Ukrainian].
- Robinson, C., & Goldberg, M. (2016). Resin infiltration treatment for caries lesions. *Understanding dental caries*. Springer, 199-208.
- Peres, A Marco (2019). Oral diseases: a global public health challenge. *Lancet*. DOI: 10.1016/S0140-6736(19)31146-8.
- Savychuk, N.O. (2008). Stomatolohichne zdorovya ditey, metodolohichni pidkhody ta kryterii otsinky [Children's dental health, methodological approaches and evaluation criteria]. *Sovremennaya stomatolohiya – Modern Dentistry*, 1, 94-98 [in Ukrainian].
- Anderson, M. (2002). Risk assessment and epidemiology of dental caries: Review of the literature. *Pediatr. Dent.*, 24, 377-385.
- Bowen, W.H. (2002). Do we need to be concerned about dental caries in the coming millennium? *Crit. Rev. Oral Biol. Med.*, 13, 126-131.
- Cummins, D., Bowen, W.H., & Lad R. (2006). Biotechnology in oral care. In: *Cosmetic Science and Technology Series. Biotech in Personal Care*. New York: Taylor and Francis Ltd.
- Frencken, J.E., Peters, M.C., Manton, D.J., Leal, S.C., Gordan, V.V., & Eden, E. (2012). Minimal intervention dentistry for managing dental caries - a review: report of a FDI task group. *Int. Dent. J.*, 62(5), 223-243. DOI: 10.1111/idj.12007.
- Kuramitsu, H.K., He, X., Lux, R., Anderson, M.H., & Shi, W. (2007). Interspecies interactions within oral microbial communities. *Microbiol. Mol. Biol. Rev.*, 71, 653-670.
- Leus, P.A. (2015). Indikatory stomatologicheskogo zdorovya, na chto oni ukazyvaiut? [Indicators of dental health, what do they indicate?]. *Modern Dentistry*, 4-7 [in Russian].
- Okushko, V.R. (2005). *Osnovy fiziologii zuba: ucheb. Dlia vrachey-stomatologov i studentov meditsynskikh universitetov [Fundamentals of Tooth Physiology: A Textbook for Dentists and Students of Medical Universities]*. Tiraspol: Pridnestrovian University Press [in Russian].
- Regina, G., Almeida, C.D., & Sousa, C.D. (2011). Science of the total environment lead contents in the surface enamel of primary and permanent teeth, whole blood, serum, and saliva of 6- to 8-year-old children. *Sci. Total Environ.*, 409(10), 1799-1805.
- Levytskyi, A.P. (2002). Sovremennyye predstavleniya ob etiologii i patogeneze kariyosa zubov [Modern ideas about the etiology and pathogenesis of dental caries]. *Visnyk stomatolohii – Bulletin of Dentistry*, 4, 119-124 [in Ukrainian].
- Khomenko, L.O., Bidenko, N.V., Ostapko, O.I., Holubieva, I.M., Sorochenko, H.V., & Trachuk, Yu.M. (2013). Kontrol nad kariyosom zuba: evoliutsiya kontseptsii [Control of dental caries: evolution of the concept]. *Stomatologiya: ot nauki k praktike – Dentistry: from Science to Practice*, 1, 53-65 [in Ukrainian].
- Lei, C., Jiyao, L., Hockin, X.H.K., & Xuedong, Z. (2016). *Demineralization and remineralization. Dental caries: principles and management*. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag;
- Comparison of the effect of resin infiltrant, fluoride varnish, and nano-hydroxy apatite paste on surface hardness and streptococcus mutans adhesion to artificial enamel lesions.
- Han, S., Fan, Y., & Zhou, Z. (2017). Promotion of enamel caries remineralization by an amelogenin-derived peptide in a rat model. *Arch. Oral Biol.*, 73, 66-71.
- Gabor, C., Tam, E., Shen, Y., & Haapasalo, M. (2012). Prevalence of internal inflammatory root resorption. *J. Endod.*, 38, 1, 24-27.
- Kumar, T., Mittal, S., Mittal, S., & Sharma, J. (2014). Internal root resorption: An endodontic challenge: A case series. *J. Conserv. Dent.*, 17, 6, 590-593.

22. Soares, A.J., Souza, G.A., Pereira, A.C., Vargas-Neto, J., Zaia, A.A., & Silva, E.J. (2015). Frequency of root resorption following trauma to permanent teeth. *J. Oral. Sci.*, 57, 2, 73-78.
23. Nagarai, E., Kaur, R.P., Raghuram, P.H., & Kumar, P.S. (2013). Multiple internal resorption in permanent teeth associated with hyperparathyroidism. *Indian J. Dent. Res.*, 24, 1, 128-131.
24. Talebzadeh, B., Rahimi, S., Abdollahi, A.A., Nourolouyuni, A., & Asghari, V. (2015). Varicella Zoster Virus and Internal Root Resorption: A Case Report. *J. Endod.*, 41, 8, 1375-1381.
25. Silva, L., Guimaraes, C., & Santos, R. (2009). Immunology and root resorption: a possible relationship. *The Internet Journal of Dental Science*, 7(2), 14.
26. Ne, R.F., Witherspoon, D.E., & Gutmann, J.L. (1999). Tooth resorption. *Quintessence International*, 30, 1, 9-25.
27. Nilsson, E., Bonte, E., Bayet, F., & Lasfargues, J. (2013). Management of internal root resorption on permanent teeth. *International Journal of Dentistry*.
28. Patel, S., Domenico, R., Durak, C., & Tay, F. (2010). Internal root resorption: a review. *J. Endod.*, 36, 1107-1121.
29. Perlea, P., Nistor, C.C., Suciu, I., Iliescu, M.G., Iliescu, A.A. (2014). Rare multiple internal root resorption associated with perforation - a case report. *Rom. J. Morphol. Embryol.*, 55, 4, 1477-1481.
30. Tronstad, L. (1988). Root resorption - etiology, terminology and clinical manifestations. *Dental Traumatology*, 4, 6, 241-252.
31. Da Silveira, P.F., Vizzotto, M.B., Montagner, F., da Silveira, H.L., & da Silveira, H.E. (2014). Development of a new in vitro methodology to simulate internal root resorption. *J. Endod.*, 40(2), 211-216.
32. Fuss, Z., Tsesis, I., & Lin, S. (2003). Root resorption - diagnosis, classification and treatment choices based on stimulation factors. *Dent. Traumatol.*, 19(4), 175-182.
33. Gabor, C., Tam, E., Shen, Y., Haapasalo, M. (2012). Prevalence of internal inflammatory root resorption. *J. Endod.*, 38(1), 24-27.
34. Trope, M. (2012). Root resorption due to dental trauma. *Endodontic Topics*, 1, 1, 79-100.
35. American Association of Endodontists (2012). Glossary of endodontic terms. Retrieved from: <https://www.aae.org/>.
36. Mangani, F. & Ruddle, C.J. (2014). Endodontic treatment of a "very particular" maxillary central incisor. *Journal of Endodontics*, 20, 11, 560-561.
37. Fernandes, M., de Ataíde, I., & Wagle, R. (2013). Tooth resorption part I - pathogenesis and case series of internal resorption. *Journal of Conservative Dentistry. JCD*, 16, 1, 4-8.
38. Haapasalo, M., & Endal, U. (2016). Internal inflammatory root resorption- the unknown resorption of the tooth. *Endodontic Topics*, 14, 60-79.
39. Patel, S., Domenico, R., Durak, C., & Tay, F. (2020). Internal root resorption: a review. *J. Endod.*, 36, 1107-1121.
40. Wedenberg, C., & Zetterqvist, L. (2007). Internal resorption in human teeth-a histological, scanning electron microscopic, and enzyme histochemical study. *Journal of Endodontics*, 13, 6, 255-259.
41. Goultschn, J., Nitzan, D., & Azaz, B. (2012). Root resorption: review and discussion. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.*, 54, 586-591.
42. Gabor, C., Tam, E., Shen, Y., & Haapasalo, M. 2012. Prevalence of internal inflammatory root resorption. *J. Endod.*, 38(1), 24-27.
43. Haapasalo, M. & Endal, U. (2006). Internal inflammatory root resorption: the unknown resorption of the tooth. *Endodontic Topics*, 14, 1, 60-79.
44. Andreasen, J.O. (2010). Luxation of permanent teeth due to trauma. A clinical and radiographic follow-up study of 189 injured teeth. *European Journal of Oral Sciences*, 78, 1-4, 273-286.
45. Aparna, P., Rahul, M., & Varun, J. (2008). Perforating internal resorption: Review and case reports. *Journal of Pierre Fauchard Academy (India Section)*, 22(4), 147-151.
46. Lt Col. Datana, Sanjeev & Col. Radhakrishnan, V. (2011). Internal resorption: an unusual form of tooth Resorption. *MJAFI*, 67, 364-366.
47. Lima, T.F., Gamba, T.O., Zaia, A.A., & Soares, A.J. (2016). Evaluation of cone beam computed tomography and periapical radiography in the diagnosis of root resorption. *Aust. Dent. J.*, 61, 4, 425-431.
48. Rody, W.J. Jr., Krokhin, O., Spicer, V., Chamberlain, C.A., Chamberlain, M., McHugh, K.P., Wallet, S.M., Emory, A.K., Crull, J.D., & Holliday, L.S. (2017). The use of cell culture platforms to identify novel markers of bone and dentin resorption. *Orthod. Craniofac. Res.*, 20, 1, 89-94.
49. Vasconcelos Kde, F, de-Azevedo-Vaz, S.L., Freitas, D.Q., Haiter-Neto, F. (2016). CBCT Post-Processing Tools to Manage the Progression of Invasive Cervical Resorption: A Case Report. *Braz. Dent. J.*, 27, 4, 476-480.
50. Kostiuk, I.R., Melnychuk, H.M., Vytvytskyi, Z.Ya., & Kostiuk, V.M. (2013). Vychennia osteoreheneruiuchykh vlastyvostey pasty na osnovi nastoyanky zhyvokostu ta kalchiyu hidrokseydu v eksperymenti [Study of the osteoregenerative properties of the paste based on the tincture of comfrey and calcium hydroxide in an experiment]. *Halytskyi medychnyi visnyk – Galician Medical Journal*, 20, 1(1), 42-46 [in Ukrainian].
51. Liyubchenko, O.V. (2011). Korenevi hermetryky. Problema vyboru: ohliad literatury [Root sealants. The problem of choice. Review of literature]. *Novyny stomatologii – News of Stomatology*, 3(68), 6-11 [in Ukrainian].
52. Asgary, S., Tavassoli-Hojjati, S., Kameli, S., Rahimian-Emam, S., & Ahmadyar, M. (2014). Calcium enriched mixture cement for primary molars exhibiting root perforations and extensive root resorption: report of three cases. *Pediatr. Dent.*, 36, 1, 23E-27E.
53. Bendyk-Szeffer, Maja (2015). Perforating internal root resorption repaired with mineral trioxide aggregate caused complete resolution of odontogenic sinus mucositis: a case report. *Journal of Endodontics*, 41, 2, 274-278.
54. Ebeleseder, K.A., & Kqiku, L. (2015). Arrest and Calcification Repair of internal root resorption with a novel treatment approach: Report of two cases. *Dent. Traumatol.*, 31, 4, 332-337.
55. 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.*, 25, 3, e43-e47.
56. Torabinejad, M. & Parirokh, M. (2010). Mineral trioxide aggregate: a comprehensive literature review-part II: leakage and biocompatibility investigations. *Journal of Endodontics*, 36, 2, 190-202.
57. Andreasen, O., & Davidovitch, Z. (2018). *Review of root resorption systems and models: biology of root resorption and the homeostatic mechanisms of the periodontal ligament*. In: Proceedings of the International Conference on the Biological Mechanisms of Tooth Eruption and Root Resorption. Birmingham, UK: Ebsco Media, 9-21.