

УДК: 616.314.18-002-053 (075)

Пульпотомія тимчасових зубів. Огляд літератури

Pulpotomy of Primary Teeth. Literature Review

Гринишин О.Б.^{1,2}, к.мед.н., ас.,
Дидик Н.М.^{1,3}, к.мед.н, доц.,
Пришко З.Р.^{1,3}, к.мед.н., доц.

¹Львівський національний медичний
університет ім. Данила Галицького

²Центр стоматологічної імплантації та
протезування «ММ»

³Медичний центр «Клініка Заблоцького»

Нрупушун О.В.^{1,2}, Дудук Н.М.^{1,3},
Pryshko Z.R.^{1,3}

¹Danylo Halatskyi Lviv National Medical
University

²Center for Dental Implantation and Prosthetic
Dentistry «ММ»

³Medical Center «Zablotsky Clinic»

Адреса для кореспонденції:

Гринишин Ольга Богданівна

e-mail: dentalpractice2000@yahoo.com

Мета: Провести огляд сучасних методів та матеріалів для вітальної пульпотомії. **Методи:** Аналіз наукових публікацій за останні 10 років у друкованих та електронних літературних джерелах за ключовими словами «глибокі каріозні ураження», «тимчасові зуби», «методи лікування глибоких каріозних уражень тимчасових зубів», «пульпотомія тимчасових зубів».

Результати: Метод пульпотомії тимчасових зубів зазнав істотних змін від моменту його впровадження у клінічну практику. З розробкою нових матеріалів та медикаментозних засобів змінювався підхід та розширювалися можливості використання цього методу лікування. Формокрезол дотепер залишається золотим стандартом, з ефективністю якого порівнюють нові методики. Однак, недоліки цього матеріалу спонукали до пошуку нових, безпечніших матеріалів, які б можна було використовувати ще з більшою ефективністю. Поява біоактивних матеріалів, таких як МТА, Біодентин та біокераміка, що здатні стимулювати синтез дентиноподібного матриксу одонтобластоподібними клітинами, дозволила вдосконалити методи пульпотомії відповідно до біологічних принципів, зберігати життєздатність кореневої пульпи у поєднанні з високою ефективністю лікування. **Висновки:** На сьогодні основними методами пульпотомії тимчасових зубів поступово стають вітальні методи лікування з використанням біоактивних матеріалів.

Ключові слова: пульпотомія, тимчасові зуби, формокрезол, сульфат заліза, МТА, біоактивні матеріали.

Purpose: To review modern methods and materials for vital pulpotomy in primary teeth. **Methods:** A systematic search of scientific articles which were published for the last decade in printed and electronic journals with the key words «extensive caries lesions», «primary teeth», «methods of treatment of extensive caries lesions of primary teeth», «pulpotomy of primary teeth» was conducted.

Results: The method of pulpotomy of primary teeth has undergone significant changes since its introduction into clinical practice. With the development of new materials and medications, the approach changed, and the possibilities of using the pulpotomy method were expanded. Formocresol still remains a gold standard, the effectiveness of which is compared to new techniques. However, disadvantages of formocresol prompt researchers to find safer materials, that could be used with even higher efficiency. The emerging of new bioactive materials such as MTA, Biodentine and bioceramics, which are able to stimulate the synthesis of dentin-like matrix by odontoblast-like cells, allowed the transition to more biological methods of pulpotomy, preserving the intraradicular pulp with sticking to great effectiveness of treatment. **Conclusions:** the vital pulpotomy with the use of bioactive materials gradually replace other pulpotomy methods.

Key words: pulpotomy, primary teeth, formocresol, ferric sulfate, MTA, bioactive materials.

ВСТУП

Техніка вітальної пульпотомії передбачає видалення коронкової пульпи зуба із збереженням її життєздатної кореневої частини. Збір анамнезу, аналіз та інтерпретація клінічних і рентгенологічних даних мають бути сфокусовані на визначенні стану пульпи тимчасового зуба та можливості її збереження. Використання тестів для визначення вітальності пульпи тим-

часових зубів у дітей не є рекомендованим, оскільки проведення цих тестів часто спричиняє больові відчуття, що може негативно вплинути на довіру та подальшу співпрацю маленького пацієнта з лікарем. Основним клінічним показником під час визначення стану пульпи є біль та його характер. Наявність спонтанного або нічного болю, рівно ж як і поява болю під час перкусії, є ознаками незворотного запалення пульпи, що є протипоказанням до

проведення вітальної терапії пульпи. Для виключення ознак незворотного запалення пульпи слід також провести рентгенографічне дослідження зуба в прикусі (bitewing) та періапикальне рентгенографічне дослідження. Якщо після проведеного дослідження виявлено, що пульпа вітальна, лікування такого зуба полягає у використанні методу непрямого лікування пульпи (донедавна цей метод мав назву «непряме покриття пульпи») або пуль-

потомії. Показання до застосування методу непрямой терапії пульпи чи методу пульпотомії у тимчасових зубах є однаковими, що зазначено у протоколах Американської академії дитячої стоматології та європейських протоколах стоматології дитячого віку [1, 2]. Отже, показаннями до проведення вітальної терапії пульпи є:

1. Глибока каріозна порожнина у тимчасовому зубі, при повному препаруванні якої очікується виникнення сполучення з пульповою камерою.
2. Відсутність нориці, патологічної рухомості або спонтанного болю.
3. Відсутність рентгенологічних змін у ділянці фуркації коренів та періапикальних тканинах зуба, відсутність внутрішньої та зовнішньої резорбції коренів.
4. Можливість реставрації каріозно ураженого зуба.
5. Наявність щонайменше 1/3 довжини кореня зуба.

Методика та матеріали для проведення непрямой вітальної терапії пульпи (непрямого покриття пульпи) були нами ретельно проаналізовані у попередній статті («Новини стоматології», №1, 2018, с. 48–52). У пропонованому огляді розглянемо методику вітальної ампутації пульпи та матеріали для її проведення.

МАТЕРІАЛ І МЕТОДИ

Проаналізували наукові публікації протягом останніх 10 років в українських та іноземних друкованих та електронних джерелах. Пошук відбувався за ключовими словами у назві чи в тексті статті: «методи лікування глибоких каріозних уражень тимчасових зубів» «вітальна пульпотомія», «біоактивні матеріали», з такою ж послідовністю в російському перекладі. За ключовими словами «methods of treatment of extensive caries lesions», «vital pulpotomy», «bioactive materials»

проведено пошук у базах даних Web of Science, PubMed, Clinical Key.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Основними етапами пульпотомії є:

- 1) некректомія ураженого дентину каріозної порожнини;
- 2) відкриття порожнини зуба та видалення коронкової пульпи;
- 3) гемостаз;
- 4) накладання ізолюючої прокладки;
- 5) реставрація зуба.

Важлива передумова ефективності такого лікування – запобігання бактеріальному забрудненню пульпової камери, що досягається за допомогою повного видалення некротизованого дентину з каріозної порожнини перед відкриттям порожнини зуба. Після видалення каріозно змінених тканин усувають склепіння пульпової камери та видаляють коронкову пульпу до рівня вічок кореневих каналів стерильним твердосплавним бором на високих обертах. Під час цієї маніпуляції слід пересвідчитись у відсутності навислих країв даху пульпової камери. Саме навислі краї склепіння пульпової камери та, відповідно, піднутрення із залишками коронкової пульпи, часто є причиною тривалої кровотечі при пульпотомії. Повне відкриття порожнини пульпової камери зуба не лише покращує візуальний контроль під час виконання процедури, але й зменшує вірогідність тривалої неконтрольованої кровотечі. Тривалість кровотечі з культі кореневої пульпи після ампутації коронкової частини є важливим прогностичним фактором, який впливає на вибір подальшої лікарської тактики. Залежно від обраної методики, пульпотомія та водночас гемостаз може здійснюватися декількома способами: фармакологічними, з використанням медикаментозних засобів (формокрезол, глютаральдегід,

сульфат заліза, натрію гіпохлорит) та нефармакологічними методами (електрокоагуляція, енергія лазера). Сучасні методи вітальної пульпотомії з використанням біоактивних матеріалів не передбачають проведення гемостазу з використанням кровоспинних засобів. Вважається, що за відсутності запалення у кореневій пульпі, кров зупиняється самостійно протягом декількох хвилин. Водночас, тривалість кровотечі більш ніж 5 хвилин свідчить про наявність запалення у кореневій пульпі і є показанням до її екстирпації. Після гемостазу кореневу пульпу покривають ізолюючою прокладкою та відновлюють коронкову частину зуба. Першим методом ампутації пульпи, що був запропонований Sweet ще у 1932 р., був метод девітальної пульпотомії, який передбачав застосування формокрезолу для муміфікації та стерилізації як коронкової, так і кореневої пульпи, що мало запобігти інфікуванню кореневої пульпи та появі внутрішньої резорбції коренів зуба. Формокрезол (або т. зв. розчин Buckley) використовували під час першого відвідування і накладали на декілька діб, курс лікування передбачав кілька відвідувань пацієнта. Згодом Sweet модифікував запропоновану ним техніку та зменшив кратність візитів у зв'язку з економічними міркуваннями та поведінковими особливостями дітей [3]. Матеріалом для покриття муміфікованої пульпи під час другого відвідування слугував цинкоксид-евгенольний цемент (ЦОЕ) змішаний із параформальдегідом [4]. Згодом стало зрозумілим, що необхідності у повній девітальзації пульпи немає, і розчин формокрезолу почали застосовувати короткочасно лише для досягнення гемостазу і девітальзації поверхневого шару пульпи.

Класична методика вітальної пульпотомії з використанням розведеного розчину формокрезолу протягом де-

сятиліть була і дотепер залишається золотим стандартом, з успішністю використання якого порівнювали усі методи вітальної пульпотомії, які з'являлись згодом [5, 6]. Методика передбачає короткочасне використання розведеного розчину формокрезолу (1:5 розчину Buckley), який має бактерицидні та девіталізувальні властивості, руйнує мікроорганізми і спричиняє поверхневий некроз пульпи [7]. Розчин виготовляється *ex tempore* (3 частини гліцерину, 1 частина дистильованої води, 1 частина 19% формокрезолу) і використовується в порожнині зуба протягом 5 хвилин. Здатність формокрезолу зв'язувати білки та інгібувати їх ферментативну активність веде до т. зв. фіксації пульпи, яка перетворюється в інертну субстанцію, що не піддається розпаду [8].

Однак, гістологічні дослідження зразків пульпи після проведеної вітальної пульпотомії з використанням розчину формокрезолу виявили, що фіксація пульпи після короткочасної дії формокрезолу відбувається лише в її поверхневому шарі, який безпосередньо контактує із засобом. Середня третина кореневої пульпи часто втрачає клітинну цілісність, наслідком чого є порушення кровотоку і виникнення ділянок ішемії. Загалом, пульпа залишається частково вітальною, частково (поверхнево) девіталізованою, і перебуває у стані хронічного запалення, з'являються ділянки атрофії та фіброзу. За таких обставин вона схильна до утворення мікроабсцесів та появи внутрішньої та зовнішньої резорбції коренів. У апікальній і середній третині кореня часто спостерігається вrostання грануляційної тканини у кореневу пульпу [9].

Багато лікарів з упередженням ставляться до можливості використання формокрезолу у стоматологічній практиці, оскільки було виявлено, що формальдегід, який входить до складу формокрезолу, може мати токсичні,

мутагенні та потенційно канцерогенні властивості і може викликати назофарингеальну карциному у людей та рак верхньощелепових пазух у піддослідних тварин [10]. Міжнародна агенція досліджень карієсу (IARC) віднесла формокрезол до потенційно канцерогенних препаратів у червні 2004 року [11]. Вважається, що формокрезол, абсорбуючись і поширюючись в організмі людини, може викликати специфічну гуморальну відповідь [12]. Отже, можливі побічні ефекти формокрезолу поставили перед дослідниками потребу пошуку безпечніших засобів при проведенні вітальної пульпотомії.

Глютаральдегід був запропонований як часткова альтернатива формокрезолу, а саме як агент для зупинки кровотечі та поверхневої муміфікації пульпи. Цей препарат чинить мінімальний вплив на тканину, здебільшого без глибокого проникнення у підлеглі шари. Морфологічні дослідження пульпи після використання глютаральдегіду виявили, що під впливом препарату відбувається швидка поверхнева фіксація тканин пульпи із дуже незначним рівнем запальної реакції у глибоких ділянках пульпи завдяки обмеженій пенетрації глютаральдегіду. Вважається, що препарат не впливає на тканину кореневої пульпи в зоні апексу, що виключає можливість його негативного системного впливу на організм. Водночас, неоліком глютаральдегіду є недостатня фіксація тканини пульпи, що веде, у більшості випадків, до утворення слабкого бар'єру і може спричинити надалі виникнення хронічного запалення пульпи [13].

Ще одним препаратом, який було запропоновано для контролю кровотечі і який міг би поверхнево впливати на куску кореневої пульпи, був сульфат заліза. Препарат не містить альдегідів і забезпечує швидкий гемостаз ушкоджених кровоносних судин завдяки аглютинації протеїнів крові. Аглютино-

вані протеїни утворюють корки у дрібних капілярах, зупиняючи таким чином кровотечу без традиційного утворення кров'яного згустку, що, на думку багатьох дослідників, мінімізує можливість виникнення хронічного запалення у пульпі зуба. Успішність використання сульфату заліза коливається у межах 74–99% [14, 15].

З появою та впровадженням лазерів у сучасну стоматологію розпочалися дослідження з приводу їхнього впливу на тканину пульпи та можливості використання лазерної енергії при проведенні вітальної пульпотомії [16, 17]. Було виявлено, що під дією лазерного випромінювання відбувається поверхнева коагуляція пульпи з утворенням зони поверхневого некрозу без негативного впливу на підлеглі шари. Доволі високу успішність ампутаційного методу із використанням CO₂ лазера (89% через 12 місяців після лікування) було продемонстровано у дослідженні [17]. Відсутність ускладнень після використання ербієвого (Er:YAG) та неодимового (Nd:YAG) лазерів при проведенні вітальної пульпотомії у тимчасових та постійних зубах також відзначали у дослідженні [16] (95,38% тимчасових та 100% постійних зубів протягом року після лікування). Результати лікування після 12 місяців спостережень виявили високий рівень успішності при використанні діодного лазера. Клінічний успіх становив 100% зубів, порівняно із 97% для формокрезолу та 95% для сульфату заліза, однак, при рентгенологічному обстеженні успішність методу була значно нижчою (75% порівняно із 87% успішності для формокрезолу і 78% для сульфату заліза).

Протягом останніх років з'явився ряд досліджень щодо можливості використання натрію гіпохлориту як альтернативи формокрезолу при проведенні вітальної пульпотомії тимчасових зубів. У дослідженнях [18] було виявлено

високу успішність використання цього медикаментозного засобу.

Наступним етапом у розвитку методики вітальної ампутації пульпи стала спроба стимулювання репаративного дентиногенезу на межі пульпа-матеріал. Відомо, що пульпа зуба є багатою на іннервацію та васкуляризацію сполучною тканиною, яка здатна захищати себе у відповідь на подразник або хірургічне відкриття через утворення третинного (репаративного) дентину [19]. Наявність вітальної пульпи у корневих каналах мінімізує можливість внутрішньої резорбції коренів, а наявність неушкоджених одонтобластів дозволяє забезпечити утворення дентинного містка.

Гідроксид кальцію був першим препаратом, який виявився здатним вплинути на можливість регенерації дентину через стимуляцію репаративного дентиногенезу. Процес утворення третинного дентину під впливом гідрооксиду кальцію можливий через ініціацію легкого запального процесу у пульпі і проходить у чотири стадії: ексудації, проліферації, формування остео- та тубулярного дентину. Можливість використання гідрооксиду кальцію для вітальної пульпотомії було предметом численних наукових досліджень. Однак, рівень його клінічної і рентгенологічної ефективності коливається в широких межах – від 38% до 94% – за даними багатьох авторів [20–22]. Найчастішим ускладненням, яке виникає при використанні гідрооксиду є внутрішня резорбція коренів. Деякі дослідники вважають, що внутрішня резорбція коренів з'являється внаслідок т. зв. емболізації пульпи частинками гідрооксиду кальцію, які під час маніпуляції потрапляють глибоко у пульпову тканину, формуючи там запальні вогнища. Тому, J. Heilig [20] запропонував використовувати гідроксид кальцію світлового твердіння для проведення процедури пульпотомії, оскільки, на його думку,

такий вид кальцію не проникає глибоко в тканини, а залишається на поверхні пульпи. Рівень успішності використання цього виду кальцію у його дослідженнях становив 88%.

Порівняльну ефективність використання гідрооксиду кальцію світлового твердіння та формокрезолу досліджували також D. Zurn та співавт. Згідно з результатами дослідження ефективність використання формокрезолу була значно вищою порівняно з ефективністю гідрооксиду кальцію і становила 94% та 56% відповідно [21]. Недостатньо високу ефективність використання гідрооксиду кальцію було також виявлено у дослідженнях [22]. Після 2 років спостережень виявлено, що успішність розведеного формокрезолу та сульфату заліза становила 85% та 86% зубів. Натомість, відсутність ускладнень після лікування з використанням ербієвого лазера (Er:YAG) спостерігали у 78% зубів, а після використання гідрооксиду кальцію – лише у 53% випадків. Таким чином, недостатньо високий рівень ефективності гідрооксиду кальцію як матеріалу для покриття кореневої пульпотомії тимчасових зубів виявлено у багатьох дослідженнях.

Ера хімічних засобів, таких як гідроксид кальцію, підійшла до завершення із розробкою та впровадженням матеріалів, які відкривають нові можливості у сфері стимулювання дентиноутворення. У 1993 р. в клінічну практику був впроваджений новий цемент на основі природного силікату кальцію – мінерал триоксид агрегат (МТА). Завдяки своїм унікальним властивостям МТА зробив справжню революцію в ендодонтії як постійних, так і тимчасових зубів, і є одним з найбільш досліджуваних матеріалів сучасної стоматології. Вважається, що успіх лікування відкритих уражень пульпи залежить не стільки від властивостей матеріалу, скільки від здатності матеріалу забез-

печити надійну крайову герметизацію дефекту, що робить неможливим мікропідтікання. Важливою властивістю МТА є його здатність тверднути у вологому середовищі, що створює можливість надійної ізоляції кореневої пульпи і запобігає її інфікуванню [23]. Окрім цього, матеріал має високу біоактивність та біосумісність. Біоактивним вважається матеріал, на поверхні якого може відбуватися специфічна біологічна відповідь, яка реалізується через формування зв'язку між тканиною і матеріалом (Hench та West, 1996). Біоактивність МТА проявляється у його здатності стимулювати синтез дентиноподібного матриксу одонтобластоподібними клітинами у вигляді вогнищ мінералізації, що мають молекулярні характеристики дентину [24]. Дослідження підшкірної та внутрішньокісткової імплантації циліндрів з МТА щурів, гвінейським свинкам і кроликам задокументували високу біоактивність цього цементу, яка проявляється у його здатності стимулювати остео- та дентиногенез [25]. Також МТА здатен стимулювати вивільнення цитокінів з клітин, що активно впливають на утворення твердих структур. Поруч із біологічною активністю, МТА виявляє високу біосумісність із живими тканинами, відсутність мутагенного та цитотоксичного ефекту [26]. Численні порівняльні дослідження використання МТА підтверджують високу клінічну і рентгенологічну ефективність цього матеріалу та утворення під його впливом щільного дентинного містка [27]. Гістологічні дослідження МТА, сульфату заліза та формокрезолу при проведенні пульпотомії у щурів виявили, що лише МТА здатен стимулювати утворення репаративного дентинного містка і забезпечити збереження нормальної гістології пульпи [28]. Наявність у складі МТА металевих включень та вісмуту оксиду (рентген контраст) є причиною виникнення дискolorиту зубів після

проведення ампутації пульпи, що є певним недоліком матеріалу. Сульфат кальцію (гіпс) у складі матеріалу дещо знижує його механічну міцність [29]. У 2010 р. науковцями Франції був створений новий реставраційний цемент на основі штучно синтезованого силікату кальцію – Біодентин, який має подібні до МТА біологічні властивості, але позбавлений ряду недоліків останнього. Завдяки активній біосилікатній технології, у складі матеріалу немає металевих домішок та сульфату кальцію, рентгеноконтрастною речовиною слугує діоксид цирконію, що дозволяє уникнути виникнення дисколориту зубів при використанні цього матеріалу. Завдяки спеціальному складу рідини, твердіння матеріалу відбувається протягом 12 хв, що дає можливість завершити лікування за одне відвідування. Дослідження з вивчення здатності пульпових клітин – попередників до активації, диференціації та регенерації твердих тканин зуба демонструють, що під впливом Біодентину відбувається стимуляція регенерації дентину за допомогою диференціації одонтобластів із клітин – попередників пульпи [30]. Матеріал також активує секрецію клітинами пульпи білка TGF- β 1 (трансформуючий фактор росту β 1), який контролює ріст, проліферацію, диференціацію та адгезію клітин, завдяки чому відбувається стимулювання репаративного дентиногенезу. Виявлено, що рівень TGF- β 1 у пульпі при прямому її покритті Біодентином значно підвищується, що веде до утворення дентинного містка практично відразу після нанесення цементу [31]. Відсутність цитотоксичності матеріалу на культурах людських гінгівальних фібробластів була підтверджена авторами [32], які виявили прикріплення гінгівальних фібробластів до поверхні Біодентину (як і при контакті з МТА) та кількісне їх збільшення після 3 та 7 днів культивування культур клітин. Якість

дентинного містка, який утворюється під впливом Біодентину, МТА та гідроксику кальцію на моделі ураження пульпи зубів у шурів, було предметом дослідження [33]. Авторами встановлено, що Біодентин, так само як і МТА, стимулює утворення щільного дентинного містка порівняно із кальцієвмісними матеріалами, під впливом яких структура новоутвореного дентину є пористою. Сучасне клінічне дослідження ефективності використання МТА та Біодентину при проведенні вітальної пульпотомії тимчасових молярів проведено авторами [34]. За даними результатів дослідження ефективність використання МТА та Біодентину була високою після дворічного періоду спостережень і становила 93,7% та 94,4% відповідно.

Починаючи з 1960-х років, на стоматологічному ринку з'явилась група матеріалів під назвою біокераміка. Біокерамічні матеріали, які застосовують у різних галузях стоматології, можуть бути декількох видів, зокрема: біоінертна кераміка – оксиди алюмінію, цирконію та вуглецеві волокна, що використовуються в ортопедичній практиці; біорозчинна кераміка – на основі фосфату кальцію, яка може брати активну участь у метаболічних процесах організму і на сьогодні знайшла практичне застосування у хірургічній стоматології для заміщення кісткових дефектів; біоактивна кераміка – біоскло та склокераміка, яка має біоактивні властивості, тобто може взаємодіяти з органічними тканинами організму, такими як тканини пульпи чи періодонту, і активно використовується в ендодонтії. Своім складом біоактивна біокераміка нагадує склад МТА (трикальцію силікат, кальцію фосфат, кальцію гідроксид, цирконію оксид), тому багато дослідників вважають МТА та Біодентин першим та другим поколінням біокераміки. Властивості біокераміки є практично

такими ж, як і властивості МТА. Матеріал гідрофільний, нерозчинний, має високий рівень рН, потребує вологи в процесі схоплення та затвердіння, є рентгеноконтрастним, має біоактивні властивості [35]. Біокераміка, яка використовується в ендодонтії, є у декількох формах: пломбувальна паста (Sealer) для obturaції корневих каналів, паста для пломбування дефектів та відновлення структури кореня (Root Repair Material), паста густої консистенції (Putty) для пломбування дефектів коренів орто- та ретроградно. Власне біоактивну кераміку у формі Putty використовують як матеріал для покриття кореневої пульпи при вітальній ампутації. Незважаючи на те, що властивості біокераміки та МТА є практично однаковими, останніми роками проведено багато досліджень з вивчення біологічної дії МТА та порівняння властивостей цих двох груп матеріалів. Так, вивчення біологічної відповіді тканини пульпи *in vitro* та *in vivo* на покриття її біокерамічним матеріалом iRoot BP Plus та МТА було проведено у дослідженні [36]. Виявлено, що активний ріст клітин пульпи (hDPC- human Dental Pulp Cells) не припиняється при контакті з матеріалами; навпаки, контакт з МТА та біокерамікою сприяє проліферації клітин. Дослідження *in vivo* проводили на щурах. Тонкий шар матриці дентину спостерігався через 1 тиждень після аплікації МТА та біокераміки на пульпу піддослідних тварин. Щільний дентинний місток із наявністю одонтобластоподібних клітин було виявлено після 4 тижнів спостереження. Подібний результат отримали у дослідженні [37]. Після аплікації обох матеріалів на тканину пульпи відзначали приблизно однакову щільність утворення дентинного містка та відсутність запальної реакції. Клінічні дослідження ефективності використання біокерамічного матеріалу

iRoot BP Plus та ProRoot MTA як прокладки при проведенні часткової пульпотомії також декларують приблизно однаковий у часі позитивний результат щодо формування дентинного містка та відсутність запальної реакції у пульпі після використання обох матеріалів [38], що, правда, після аплікації iRoot BP

Plus спостерігали вираженішу реакцію на холодний подразник протягом певного часу.

ВИСНОВКИ

Механізми репаративного дентиногенезу, які можливо використовувати у прак-

тиці вітальної пульпотомії, завдяки впровадженню нових матеріалів на основі силікату кальцію, розширили можливості використання біологічно обґрунтованих методів лікування тимчасових зубів методом вітальної пульпотомії. Однак, подальші експериментальні та клінічні дослідження є необхідними.

REFERENCES

- Use of Vital Pulp Therapies in Primary Teeth with Deep Caries Lesions. (2017) http://www.aapd.org/media/Policies_Guidelines/G_VPT.pdf (in English).
- Pulp therapy for primary molars. UK National Clinical Guidelines in Paediatric Dentistry. H. D. RODD, P. J. WATERHOUSE, A. B. FUKS, S. A. FAYLE & M. A. MOFFAT. (2006). *International Journal of Paediatric Dentistry*, 16 (Suppl. 1): 15–23 (in English).
- Sweet, C. A. Sr. (1955). Treatment of vital primary teeth with pulpal involvement. *Journal Colorado State Dental Association*, 1955:33-10 (in English).
- Teplitzky, P.E., Grieman, R. (1984). History of formocresol pulpotomy. *J Canad Dent Assn*, 8: 629-34 (in English).
- Denisova, E.G., Sokolova, I.I. (2010). Klinicheskaja jeffektivnost' vital'noj pul'potomii v zubah vremennogo prikusa. *Visnik stomatologii*, 2, 11-12 (in Russian).
- Balaprassana Kumar, C. (2011). Pulpotomy in primary teeth. *JADS*, V. 2, 29-31 (in English).
- Waterhouse, P.J., Nunn, H., Whitworth, J.M., Soames J. (2000). Primary molar pulp therapy-histological evaluation of failure. *Int. J. Paediatr. Dent*, V. 10, 313-321 (in English).
- Duggal, M.S., Curzon, M.E.J., Fayle, M.E. [et al.] (2002). *Restorative techniques in Pediatric Dentistry: Second ed.*, P. 47 (in English).
- Ribeiro, D.A., Matsumoto, M.A., Duarte, M.A.H. [et al.] (2006). Ex vivo biocompatibility tests of regular and white forms of mineral trioxide aggregate. *Int. Endodon. J.*, V.39, P. 26–30 (in English).
- Ketley, C.E., Goodman, J.R. (1991). Formocresol toxicity: is there a suitable alternative for pulpotomy of primary molars. *Int. J. Paediatr. Dent.*, V. 1, P. 67-72 (in English).
- International Agency for research on Cancer. Press release no.153.15 June 2004. URL: <http://www.iarc.fr/pageroot/PRELEASES/pr153a.html> (in English).
- Messer, L.B., Cline, J.T., Korf, N.W. (1980). Long term effects of primary molar pulpotomies on succedaneous bicuspid. *J. Dent Res.*, V. 59, 2, 116-123 (in English).
- Rushmah, M. (1992). Pulpal tissue reaction to buffered glutaraldehyde. *J. Clin. Pediatr Dent.*, V.16, 2, P. 101-106 (in English).
- Kovylina, O.S., Pljuhina, T.P. (2007). Metod vital'noj pul'potomii pri lechenii pul'pita vremennyh zubov u detej. *Naukovij visnik nacional'nogo medichnogo universitetu imeni O.O. Bogomoł'ca*, S. 118 (in Russian).
- Yadav, P., Indushekar, K., Saraf, B. [et al.] (2014). Comparative evaluation of Ferric Sulfate, Electrosurgical and Diode Laser on human primary molars pulpotomy: an «in-vivo» study. *Laser Ther.*, 23, 1, P. 41-47 (in English).
- Furze, H., Furzea, A., Marna, E. (2006). Pulpotomy with Laser in Primary and Young Permanent Teeth. *JOLA*, V.6, 1, P. 53-58 (in English).
- Moritz, A., Schoop, U., Goharkhay, K., Sperr, W. (1998). The CO₂ – laser as an aid in direct pulp capping. *J. Endod.*, V. 24, P. 248-251 (in English).
- Ruby, J.D., Cox, C.F., Mitchell, S.C. [et al.] (2013). A randomized study of sodium hypochlorite versus formocresol pulpotomy in primary molar teeth. *Int J Paediatric Dent.*, V.23, P. 145-152 (in English).
- Chuhu, T.V., Popova, O.I., Ruda, I.V. (2012). Dosvid provedennia «urovik zdorov'ia» dla ditei doshkilnoho, molodshoho ta serednoho shkilnoho viku m. Vinnytsi v ramkakh systemy kompleksnoi profilaktyky zakhvoriuvan tverdykh tkanyh zubiv. *Visnyk stomatolohii*, 4, 113-115 (in Ukrainian).
- Heilig, J., Yates, J., Siskin, M., McKnight, J., Turner, J. (1984). Calcium hydroxide pulpotomy for primary teeth: A clinical study. *J Am Dent Assoc*, 108:775-8 (in English).
- Zurn, D., Seale, N.S. (2008). Light-cured calcium hydroxide vs formocresol in human primary molar pulpotomies: a randomized controlled trial. *Pediatr Dent.*: 30(1):34-41 (in English).
- Huth, K.C., Paschos, E., Hajek-Al-Khatat, N., Hollweck, R., Crispin, R., Hickel, R., Folwaczny, M. (2005). Effectiveness of 4 Pulpotomy Techniques – Randomized Controlled Trial. *J Dent Res.*, 84(12):1144-8 (in English).
- Shipper, G., Grossman, E.S., Botha, A.J., Cleaton-Jones, P.E. (2004). Marginal adaptation of mineral trioxide aggregate (MTA) compared with amalgam as root-end filling material: a low-vacuum (LV) versus high-vacuum (HV) SEM study. *Int Endod J.*, V.37, 325-336.
- Holland, R., de Souza, V., Nery, M.J. [et al.] (2002). Reaction of Rat Connective Tissue to Implanted Dentin Tubes Filled with a White Mineral Trioxide Aggregate. *Braz. Dent. J.*, V. 13, 1, P. 23-26 (in English).
- Eleazer, P.D., Craig Rhodes, S., Hom, D.M. [et al.] (2013). In vivo evaluation of an experimental root-end filling material versus MTA. *Open J. Animal Sci.*, V.3, P. 19-23 (in English).
- Ribeiro, D.A., Matsumoto, M.A., Duarte, M.A.H. [et al.] (2006). Ex vivo biocompatibility tests of regular and white forms of mineral trioxide aggregate. *Int. Endodon. J.*, V.39, P. 26–30 (in English).
- Peng, L., X. Guo, L. Ye, [et al.] (2007). Evaluation of formocresol versus ferric sulphate primary molar pulpotomy: a systematic review and meta-analysis. *Int. Endodontic J.*, V. 40, P. 751–757 (in English).
- Sushynski, J.M., Zealand, C.M., Botero, T.M. [et al.] (2012). Comparison of Gray Mineral Trioxide Aggregate and Diluted Formocresol in Pulpotomized Primary Molars: A 6- to 24-month Observarion. *Pediatr. Dentist.*, V. 34, 5, P. 120-128 (in English).
- Masuda, Y.M., Wang, X., Hossain, M. [et al.] (2005). Evaluation of biocompatibility of mineral trioxide aggregate with an improved rabbit ear chamber. *J. Oral Rehabil.*, V. 32, P. 145–150 (in English).
- Zanini, M., Sautier, J.M., Berdal, A., Simon, S. (2012). Biodentine Induces Immortalized Murine Pulp Cell Differentiation into Odontoblast-like Cells and Stimulates Biomineralization. *J. Endodon.*, V. 38, 9, P. 1220-1226 (in English).
- Camilleri, J. (2013). Investigation of Biodentine as dentine replacement material. *J. Dent.* V. 41, 7, P. 600–610 (in English).
- Zhou, H., Shen, Y., Wang, Z. [et al.] (2013). In Vitro Cytotoxicity Evaluation of a Novel Root Repair Material. *J. Endodont.*, V.39, 4, P. 478-483 (in English).
- Tran, X.V., Gorin, C., Willig, C. [et al.] (2012). Effect of a Calcium-silicate-based Restorative Cement on Pulp Repair. *J. Dent. Res.*, V. 91, P. 1166-1171 (in English).
- Hrynshyn, O.B. (2017). Pidkhoty do likuvannia hlybokoho kariiesu proksymalnykh poverkhon tymchasovykh moliariv u ditei. avtooref. dys. na здобuttia nauk. stupenia kand. med. nauk. [spets.] 14.01.22 «Stomatolohiia». Nats. med. un-t imeni Danyla Halytskoho, 20 s (in Ukrainain).
- Debelian, G., Trope, M. (2016). The use of premixed bioceramic materials in endodontics. L'utilizzo dei materiali bioceramici premiscelati in Endodonzia. *Giornale Italiano di Endodonzia*, Vol. 30, Issue 2, P. 70-80 (in English).
- Siyi, Liu, Sainan Wang, MD, Yanmei, Dong (2015). *Evaluation of a Bioceramic as a Pulp Capping Agent In Vitro and In Vivo JOE*, Volume 41, 5 (in English)
- Shi, S, Bao, ZF, Liu, Y, Zhang, DD, Chen, X, Jiang, LM, Zhong, M (2016). Comparison of in vivo dental pulp responses to capping with iRoot BP Plus and mineral trioxide aggregate *Int Endod J.* Feb;49(2):154-60 (in English).
- Azimi, S., Fazlyab, M., Sadri, D., Saghir, M.A., Khosravanifard B. & S. Asgary (2014). Comparison of pulp response to mineral trioxide aggregate and a bioceramic paste in partial pulpotomy of sound human premolars: a randomized controlled trial. *International Endodontic Journal*, 47, 873–881 (in English).

Стаття надійшла в редакцію 16 квітня 2018 року