

ОГЛЯДИ ЛІТЕРАТУРИ

DOI 10.31718/2077-1096.20.1.193

УДК 616.314.163-085.28-053.2:616.314-76

Білишук Л.М., Мельник В.С., Горзов Л.Ф., Ратушний Р.І.

РЕТРОСПЕКТИВНИЙ АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ МІНЕРАЛ ТРИОКСИД АГРЕГАТУ ТА КАЛЬЦІЙВІСНИХ СЕРЕДНИКІВ З МЕТОЮ ПРОВЕДЕННЯ ПРОЦЕДУРИ АПЕКСИФІКАЦІЇ

Ужгородський національний університет

Вступ. Алгоритм вибору методу лікування постійних зубів з неповністю сформованим коренем, описаний у дослідженні Shabahang S. (2013), передбачає проведення процедури апексифікації у випадках незворотного пульпіту та некрозу пульпи, та вітальної терапії у випадках діагностики зворотних патологічних явищ у структурі пульпарного комплексу. Мета дослідження. Провести ретроспективний аналіз ефективності застосування мінерал триоксид агрегату та кальцієвісних середників з метою проведення процедури апексифікації за даними попередньо проведених досліджень. Матеріали та методи дослідження. З метою реалізації поставленої мети дослідження був проведений пошук релевантних публікацій з використанням пошукової системи Google Scholar (<https://scholar.google.com.ua/>), баз даних Pubmed (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/>) та ScienceDirect (<https://www.sciencedirect.com/>). Результати дослідження. Доступні на сьогодні дані різного рівня доказовості не підтверджують факту вищої клінічної ефективності застосування мінерал триоксид агрегату у порівнянні з кальцій-гідроксидом з метою проведення процедури апексифікації у випадках ендодонтичного лікування зубів із незавершеним формуванням кореня. Однак вагома перевага застосування мінерал триоксид агрегату полягає у можливості одноетапного формування кореневої пробки з подальшою постійною обтурацією кореневого каналу після повного затвердіння мінерал триоксид агрегату. Висновок. Проаналізовані дослідження характеризувалися варіативністю дизайнів та використанням різних підходів до оцінки сформованості апікальної частини зуба, крім того, у більшості публікацій не проводилося оцінки вихідного рівня сформованості кореня, який потенційно може впливати на успішність маніпуляції. Нижчий рівень успішності кальцієвісних середників з метою апексифікації, що був зареєстрований у низці досліджень, аргументований пролонгованістю лікування, в ході якого відмічається тенденція до пропускання пацієнтами контрольних оглядів та їх вибування із сформованої досліджуваної вибірки протягом відповідного періоду моніторингу. Для формування відповідних клінічних рекомендацій необхідно забезпечити підхід до оцінки вихідної ситуації та результатів проведеного лікування референтно до уніфікованої системи критеріїв, відносно котрих буде проводитися інтерпретація усіх показників якості досягнутої апексифікації.

Ключові слова: апексифікація, апексогенез, несформований корінь, лікування.

Дана робота є фрагментом комплексної теми науково-дослідної роботи кафедри дитячої стоматології стоматологічного факультету ДВНЗ «Ужгородський національний університет» «Профілактика, діагностика, лікування основних стоматологічних захворювань у дітей Закарпаття» (номер державної реєстрації 0116U003555).

Вступ

Алгоритм вибору методу лікування постійних зубів з неповністю сформованим коренем, описаний у дослідженні Shabahang S. (2013), передбачає проведення процедури апексифікації у випадках незворотного пульпіту та некрозу пульпи, та вітальної терапії у випадках діагностики зворотних патологічних явищ у структурі пульпарного комплексу [1]. Крім того, автором також виокремлюються регенеративні підходи ендодонтичного лікування, як специфічні методи забезпечення подальшого формування кореня зуба (апексогенезу), що базуються на основних

біологічних принципах. Однак, досі невирішеним питанням залишається вибір матеріалу для проведення процедури апексифікації, в якості альтернативи котрого у більшості досліджень розглянуті варіанти мінерал триоксид агрегату (МТА) та кальцій-гідроксидвісних середники [2, 3, 4, 5, 6]. Клінічні дослідження присвячені вивченню даного аспекту характеризуються варіативністю своїх дизайнів та застосуванням різних критеріїв оцінки ефективності проведених ятрогенних маніпуляцій. Тому, аналіз існуючих на сьогодні даних клінічних досліджень з подальшою їх систематизацією та порівнянням з уже проведеними систематичними оглядами дозволить стру-

ктувати та згрупувати представлені результати з можливістю формулювання конкретного висновку та відповідних клінічних рекомендацій.

Мета дослідження

Провести ретроспективний аналіз ефективності застосування МТА та кальційвмісних середників з метою проведення процедури апексифікації за даними попередньо проведених досліджень.

Матеріали та методи дослідження

З метою реалізації поставленої мети дослідження був проведений пошук релевантних публікацій з використання пошукової системи Google Scholar (<https://scholar.google.com.ua/>), баз даних Pubmed (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/>) та ScienceDirect (<https://www.sciencedirect.com/>). В ході пошуку застосовували такі специфічні види операторів як пошук у відповідності до загальних вказаних назв теми («apexification», «MTA», «calcium hydroxide») та пошук за фразою («apexification efficiency MTA», «apexification efficiency calcium hydroxide»). В подальшому проводили контент-аналіз резюме усіх відібраних публікацій, з подальшим деталізованим аналізом усього текстового вмісту тих статей, котрі найбільше відповідали меті даного дослідження та дизайну частково чи повністю контрольованих досліджень або ж систематичних оглядів. Особливо проводився пошук та контент-аналіз усіх систематичних оглядів та мета-аналізів, асоційованих із дослідженням використання МТА та кальційвмісних середників з метою проведення процедури апексифікації. Групування усіх чисельних даних, відібраних із проаналізованих публікацій, проводилося у табличному редакторі Microsoft Excel 2019 (Microsoft Office 2019, Microsoft). Завдяки етапу групування результатів вдалось забезпечити визначення та компаративний аналіз взаємопов'язаних параметрів дослідження, що значно спрощує процес формулювання висновків при реферуванні великих масивів документів [7, 8, 9, 10].

Результати дослідження та їх обговорення

Результати клінічних досліджень, проаналізовані Chala S. та колегами (2011) в ході систематичного огляду, вказують на однакову клінічну ефективність кальцій гідроксиду та МТА в якості середників, які можуть використовуватися з метою забезпечення процесу апексифікації зуба ($p=0,29$). Результати статистичного аналізу ознак формування апікального бар'єру, що спочатку характеризувалися вираженою статистичною гетерогенністю ($P=0,02$; $I^2=83\%$), в ході подальшої обробки із застосуванням моделі рандомізованих ефектів для проведення мета-аналізу також не продемонстрували жодної статистично значимої різниці ($p=0,76$) [11]. Дещо вищі, але статистично не підтвержені резуль-

тат, вищої ефективності застосування МТА з метою апексифікації можуть бути обґрунтовані лише вищою кількістю досліджуваних випадків такого алгоритму ендодонтичного втручання. Обмеження щодо дослідження клінічної ефективності застосування різних середників з метою апексифікації Chala S. та колеги асоціюють із відносно коротким періодом моніторингу за результатами: у більшості попередньо проведених досліджень контрольні огляди проводилися до періоду 6 місяців, і лише в окремих випадках – до періоду 1 року. У систематичному огляді Chala S. та колеги, дослідники також звернули увагу на відмінність у методах верифікації сформованості апікального бар'єру після процедури апексифікації, які були описані у попередніх клінічних випадках [11]. При виповненні апікальної зони кальцій гідроксидом перевірка наявності апікального закриття проводилася в переважній більшості випадків клінічно за тактильними відчуттями оператора щодо наявності апікального стопу, використання методів рентгенологічного дослідження з метою оцінки стану апікальної частини кореня було відмічено лише у деяких дослідженнях в якості додаткового методу. У випадках же застосування МТА для формування апікальної пробки оцінка ефективності проведеного лікування проводилася рентгенологічно за ознаками формування рентген-візуалізованого містка поза межею МТА-пробки, оскільки повторне ендодонтичне втручання з метою клінічної ревізії області апексу фактично було недоцільним.

Незважаючи на те, що за даними систематичного огляду Lin J.-C. та колеги (2016) кальцій гідроксид та МТА також характеризуються статистично однаковими клінічними та рентгенологічними рівнями успішності (клінічна успішність: об'єднаний показник відношення шансів: 3,03, 95% довірчий інтервал 0,42-21,72, $p=0,271$; рентгенологічна успішність: об'єднаний показник відношення шансів: 4,30, 95% довірчий інтервал 0,45-41,36, $p=0,206$; формування апікального бар'єру: об'єднаний показник відношення шансів: 1,71, 95% довірчий інтервал 0,59-4,96, $p=0,322$), однак у кожному із досліджень включених у структуру мета-аналізу автори вказували на переважаючі позитивні якості мінерал-триоксид-агрегату у порівнянні із кальційвмісними середниками [12]. Такі висновки були обґрунтовані значимо нижчим часом застосування МТА з метою досягнення бажаних клінічних та рентгенологічних результатів у порівнянні із кальцій гідроксидом (зважена різниця середніх=-3.58, 95% довірчий інтервал: від -4.91 до -2.25, $p < 0,001$). Автори систематичного огляду підкреслюють, що довгий час лікування у випадках застосування $\text{Ca}(\text{OH})_2$ провокує втрату пацієнтів в ході контрольних візитів, що фактично викликає редукцію загального показника успішності лікування через зменшення початково сформованої досліджуваної вибірки [12].

Систематичний огляд, проведений Duggal та

колегами (2017) та присвячений аспекту оцінки рекомендацій Європейської Академії дитячої стоматології щодо підходів до ендодонтичного лікування девітальних травматично-уражених молочних зубів у фронтальній ділянці, дозволив виділити три основні терапевтичні алгоритми: апексифікація кореня, формування апікальної пробки із використанням МТА та виконання регенераторних ендодонтичних втручань [13]. Відповідно до отриманих результатів різних досліджень рівень ефективності застосування кальцій гідроксиду з метою апексифікації коливався в діапазоні від 55,9% до 92,7%. Однак, враховуючи результати рандомізованих контрольованих досліджень, можливий рівень рекомендації кальцієвмісних середників з метою апексифікації не перевищує критеріїв C/D. Докази рівня 2+ та 3 вказують на те, що пролонговане застосування кальцій гідроксиду провокує резорбцію протеїнів дентину, що відповідно призводить до послаблення структури зуба та зниження його резистентності до переломів. В той же час, Duggal та колеги (2017) вказують на те, що наявні докази ефективності застосування МТА з метою формування апікальної пробки отримані здебільшого в ході проведення контрольних або ж когортних досліджень, чи при ретроспективному аналізі клінічних випадків, таким чином можливий рівень рекомендацій формування апікальної пробки із МТА досягає критерію С [13]. Докази 3-ього рівня також вказують на те, що МТА провокує дископоруацію зубів та зростання рівня ламкості зубів.

Дослідження проведені на тваринній моделі підтвердили факт зниження резистентності зубів до перелому при довготривалому (100 денному) застосуванні в якості ендо-агента кальцій-гідроксиду (на 22%). При цьому середні показники резистентності до перелому зубів, що на протязі 100 днів були виповнені фізіологічним розчином складали 310.3 (± 63.04) МПа, МТА - 330.8 (± 99.13) МПа, Ca(OH)₂ - 225.5 (± 78.84) МПа [14]. Дані, отримані в ході лабораторного дослідження Andreassen J.O. аналогічні тим, що були отримані Bonte E. та колегами (2018) в ході клінічного дослідження, в якому 26,67% зубів, апексифікація котрих проводилася кальцій гідроксидом протягом 1-річного періоду моніторингу продемонстрували ознаки коронального або ж кореневого перелому [15]. Дослідження, проведене у 2018 році Belli S. та колегами, також підтвердило факт того, що біомеханіка молочних зубів може змінюватися в залежності від типу агента, який використовується в якості ендодонтичного наповнювача [16]. Отримані результати вказують на зростання функціональних напруг всередині кореня зуба після його виповнення кальцій гідроксидом під дією функціональних навантажень, при цьому рівень таких напруг перевищує аналогічні при використанні в якості ендо-матеріалу МТА або Біодентину, хоча у випадках застосування останніх рівень функціонального стресу

зростав в області апікальної частини кореня. У якості висновку автори резюмували, що використання середників на основі гідроксиду кальцію з точки зору зміни біомеханіки зуба із незакритою верхівкою на основі аналізу моделі премолару методом скінчених елементів є менш ефективним у порівнянні із МТА та Біодентином [16]. Компаративне дослідження Ramnani K. та колеги (2018) підтвердило ефективність застосування МТА та Біодентину в якості середників для забезпечення пролонгованого процесу апексифікації при одиночному внесенні матеріалів, при цьому однак оглядовий характер публікації передбачав врахування лише клінічних результатів попередньо проведених досліджень у відповідності до сформульованих критеріїв PICOS [17].

У порівняльному рандомізованому дослідженні, проведеному Bonte E. та колегами (2018), було встановлено, що при лікуванні постійних зубів із незавершеним формування кореня, формування мінералізованого апікального бар'єру вдалось досягнути у 43,8% осіб, яким в ході ятрогенного втручання вносили кальцієвмісний середник, та у 64,7% осіб, яким вносили МТА (при середньому терміні спостереження у 6 місяців) [15]. Через 12 місяців моніторингу дані показники зросли до 50% та 82,4% відповідно ($p < 0,07$). В усіх досліджуваних осіб через 3 місяці були відсутніми симптоми болю та чутливості при перкусії.

Компаративне дослідження оцінки ефективності МТА та кальцій гідроксиду з метою апексифікації травматично-уражених постійних зубів у фронтальних ділянках щелеп хоч і підтвердило вищу клінічну та рентгенологічну ефективність МТА (90,09% проти 81,81%), проте рівень такої не був статистично вищим у порівнянні із ефективністю Ca(OH)₂ [18]. В ході контрольного огляду через 9 місяців після початку лікування формування апікального бар'єру було зареєстровано серед 90,90% досліджуваних дітей, лікування котрих проводили із застосування триоксид агрегату, в той час як серед дітей, лікування котрих проводили із застосуванням кальцієвмісного середника аналогічного результату вдалось досягти у 81,81% осіб. При цьому середні терміни, необхідні для формування рентгенологічно візуалізованого апікального бар'єру, складали 4,90 місяці при заповненні каналу МТА та 5,33 місяці при використанні зі аналогічною метою Ca(OH)₂ [18]. У більш ранньому дослідженні Damle S. та колеги від 2012 року автори вказували на середній термін необхідний для забезпечення апексифікації травматично уражених постійних різців з некротичними змінами пульпи та відкритими апексами із застосуванням кальцієвмісних препаратів у 7,93 \pm 2,53 місяці, що було майже вдвічі довше, ніж із застосуванням МТА – 4,50 \pm 1,56 місяці [4]. У даному дослідженні автори також оцінювали ступінь сформованості lamina dura навколо періодонту зуба, і зареєструвати рент-

генологічні ознаки повної візуалізації такої через $6,43 \pm 2,59$ місяці при застосуванні кальцій гідроксиду, та через $4,07 \pm 1,49$ місяці після формування кореневої пробки із МТА [4]. Перевагу останнього дослідники також виділяли у можливості проведення фінішної обтурації через 24 години після досягнення твердої консистенції МТА-пробки в області апексу.

У дослідженні Lee L.-W. (2015) формування апікального бар'єру в області різців із неповністю сформованим апексом, котрі були обтуровані МТА в середньому спостерігалось через $5,4 \pm 1,1$ тижні за умов ультразвукової обробки кореневих каналів, та через $7,8 \pm 1,8$ тижнів за умов ручної обробки кореневих каналів [19]. У випадках застосування з аналогічною метою кальцій гідроксиду дослідники відмічали формування апікального бар'єру через $11,3 \pm 1,3$ тижні за умов ультразвукової обробки каналів та через $13,1 \pm 1,5$ за умов ручної обробки каналів. Проте, незважаючи на техніку обробки каналів у всіх досліджуваних випадків рівень елонгації кореня в процесі формування був статистично вищим при застосуванні кальцієвмісного середника у порівнянні із МТА ($3,5 \pm 0,3$ мм проти $2,1 \pm 0,2$ мм за умов ультразвукової обробки коренів, та $3,7 \pm 0,3$ проти $2,1 \pm 0,1$ за умов ручної обробки коренів, $p < 0.001$) [19].

Враховуючи варіативність підходів до вивчення ефективності застосування МТА та $\text{Ca}(\text{OH})_2$, Beslot-Neveu A. та співавтори запропонували спеціальний протокол проведення рандомізованих контрольованих досліджень, в якому передбачили реалізацію наступних етапів:

1) формування досліджуваної сукупності пацієнтів відповідно до критеріїв включення (наявність девіального зуба із незавершеним формуванням кореня та показами до апексифікації, вік – 6-18 років, наявність письмової згоди на проведення лікування) та із врахуванням обмежень виражених у критерія виключення;

2) рандомізація та формування досліджуваних груп;

3) реалізація клінічного протоколу: 0 день – постановка діагнозу у відповідності до клінічних та рентгенологічних ознак; кондиціонування ендодопростору кальцієвмісним середником, незалежно від приналежності пацієнта до групи дослідження (в умовах адекватної анестезії, ізоляції та при мікроскопічному контролі маніпуляції); 15 день – очистка кореневих каналів, вивонення апікальної частини I групи МТА, та оновлення кальцієвмісної пов'язки у II групі; 21 день – контроль за II групою, ендо-обтурація каналів гутаперчою пацієнтів I групи у відповідності до методики Schilder; 3 місяць – клінічний контроль усіх пацієнтів, оновлення кальцієвмісного середника серед пацієнтів II групи; 6 місяць – повторний клінічний контроль усіх пацієнтів та постійна обтурація кореневих каналів серед пацієнтів I групи за умов формування апікального бар'єру; 12 місяців – клінічних та рентгенологічний контроль

усіх пацієнтів.

4) використання наступних критеріїв оцінки ефективності проведеного лікування: клінічних (наявність/відсутність больових відчуттів, рухомості, набряку, норицевого ходу, абсцесу, чутливості на перкусію); рентгенологічних (рівень сформованості за Nolla, якість ендодонтичної обтурації, рівень резорбції, потовщення періодонтальної зв'язки, наявність/відсутність апікального бар'єру та області рентгенпрозорості, периапікальний індекс) [20].

Враховуючи, що згідно результатів попередньо проведених досліджень статистичної різниці між клінічними та рентгенологічними показниками ефективності застосування $\text{Ca}(\text{OH})_2$ та МТА виявити не вдалось, доцільним є також врахування перспективи застосування регенераторних методів лікування зубів із несформованою верхівкою кореня. Ретроспективне дослідження, проведене Jeeruphan T. та колегами (2012), дозволило встановити, що реалізація протоколу реваскуляризації пульпи забезпечує досягнення позитивних змін ширини кореня в 28,2% клінічних випадків, в той час, як при застосування МТА чи кальцій гідроксиду з метою апексифікації позитивні зміни ширини кореня були відмічені лише 0% та 1,5% пацієнтів відповідно [5]. Аналогічно, регенераторні методи забезпечували зростання довжини коренів із несформованою верхівкою у 14,9% випадків, в той час як МТА та кальцій гідроксид дозволяли досягти відповідних змін лише у 6,1% та 0,4% досліджуваних пацієнтів. Однак найбільш вагомим перевагою підходу реваскуляризації на думку дослідників є можливість досягнення 100% рівня виживання зубів протягом усього періоду моніторингу, оскільки рівень виживання одиниць зубного ряду за умов реалізації протоколу апексифікації із застосування МТА та кальцієвмісних середників сягав 95% та 77,2% відповідно [5]. Хоча результати інших досліджень, не спростовуючи клінічної перспективи методів регенераторної ендодонції, усе ж вказують на відсутність достатніх фактів, які змогли підтвердити її переважуючу ефективність у порівнянні із іншими методами апексифікації [21, 22, 23, 24, 25].

Таким чином, в ході проведеного аналізу було встановлено, що доступні на сьогодні дані різного рівня доказовості не підтверджують факту вищої клінічної ефективності застосування МТА у порівнянні з кальцій-гідроксидом з метою проведення процедури апексифікації у випадках ендодонтичного лікування зубів із незавершеним формуванням кореня. Однак вагома перевага застосування МТА полягає у можливості одноетапного формування кореневої пробки з подальшою постійною обтурацією кореневого каналу після повного затвердіння мінерал триоксид агрегату. Недоліком кальцієвмісних середників, використовуваних з метою апексифікації, є зниження показників резистентності тканин зуба до перелому, що було підтверджено як на

тваринних моделей дослідження, так і в ході рестрації фактів корональних та кореневих переломів при тривалому періоді моніторингу за пролікованими зубами. При цьому статистичної різниці між клінічними критеріями успішності реалізації протоколів апексифікації із МТА та $\text{Ca}(\text{OH})_2$ зареєструвати не вдалось. Результати попередніх досліджень, присвячених вивченню аспектів регенераторної ендодонції з метою забезпечення кінцевого формування кореня зуба є неповними та в окремих випадках контроверсійними, що обґрунтовує доцільність проведення подальших контрольованих клінічних спостережень.

Висновок

В ході проведеного ретроспективного аналізу ефективності застосування МТА та кальцієвмісних середників з метою проведення процедури апексифікації за даними попередньо проведених досліджень не було виявлено статистичної підтверджені різниці між клінічними та рентгенологічними результатами реалізації обох технік ендодонтичного втручання. Проаналізовані дослідження характеризувалися варіативністю дизайнів та використанням різних підходів до оцінки сформованості апікальної частини зуба, крім того, у більшості публікацій не проводилося оцінки вихідного рівня сформованості кореня, який потенційно може впливати на успішність маніпуляції. Нижчий рівень успішності кальцій-вмісних середників з метою апексифікації, що був зареєстрований у низці досліджень, аргументований пролонгованістю лікування, в ході якого відмічається тенденція до пропущення пацієнтами контрольних оглядів та їх вибування із сформованої досліджуваної вибірки протягом відповідного періоду моніторингу. Для формулювання відповідних клінічних рекомендацій необхідно забезпечити підхід до оцінки вихідної ситуації та результатів проведеного лікування референтно до уніфікованої системи критеріїв, відносно котрих буде проводитися інтерпретація усіх показників якості досягнутої апексифікації. Паралельно проаналізовані дані щодо застосування регенеративних методик ендодонтичного втручання з метою апексифікації у порівнянні із МТА та $\text{Ca}(\text{OH})_2$ продемонстрували дискусійні та не взаємоузгоджені результати, що аргументує потребу проведення додаткових уточнюючих досліджень.

Література

- Shabahang S. Treatment options: apexogenesis and apexification. *Pediatric dentistry*. 2013; 35(2): 125-128.
- Huang GJ. Apexification: the beginning of its end. *International endodontic journal*. 2009; 42(10): 855-866.
- El Meligy OA, Avery DR. Comparison of apexification with mineral trioxide aggregate and calcium hydroxide. *Pediatric dentistry*. 2006; 28(3): 248-253.
- Damle S, Bhattal H, Loomba A. Apexification of anterior teeth: a comparative evaluation of mineral trioxide aggregate and calcium hydroxide paste. *Journal of Clinical Pediatric Dentistry*. 2012; 36(3): 263-268.
- Jeeruphan T, Jantarat J, Yanpiset K, Suwannapan L, Khewsawai P, Hargreaves KM. Mahidol study 1: comparison of radiographic and survival outcomes of immature teeth treated with either regenerative endodontic or apexification methods: a retrospective study. *Journal of endodontics*. 2012; 38(10): 1330-1336.
- Corbella S, Ferrara G, El AK, Taschieri S. Apexification, apexogenesis and regenerative endodontic procedures: a review of the literature. *Minerva stomatologica*. 2014; 63(11-12): 375-389.
- Jacso P. As we may search—comparison of major features of the Web of Science, Scopus, and Google Scholar citation-based and citation-enhanced databases. *Current science*. 2005; 89(9): 1537-1547.
- Smalheiser NR, Zhou W, Torvik VI, Anne O'Tate. A tool to support user-driven summarization, drill-down and browsing of PubMed search results. *Journal of biomedical discovery and collaboration*. 2008; 3(1): 2-9.
- Anders ME, Evans DP. Comparison of PubMed and Google Scholar literature searches. *Respiratory care*. 2010; 55(5): 578-83.
- Kolbe RH, Burnett MS. Content-analysis research: An examination of applications with directives for improving research reliability and objectivity. *Journal of consumer research*. 1991; 18(2): 243-50.
- Chala S, Abouqal R, Rida S. Apexification of immature teeth with calcium hydroxide or mineral trioxide aggregate: systematic review and meta-analysis. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*. 2011; 112(4): e36-e42.
- Lin JC, Lu JX, Zeng Q, Zhao W, Li WQ, Ling JQ. Comparison of mineral trioxide aggregate and calcium hydroxide for apexification of immature permanent teeth: A systematic review and meta-analysis. *Journal of the Formosan Medical Association*. 2016; 115(7): 523-30.
- Duggal M, Tong HJ, Al-Ansary M, Twati W, Day PF, Nazzal H. Interventions for the endodontic management of non-vital traumatised immature permanent anterior teeth in children and adolescents: a systematic review of the evidence and guidelines of the European Academy of Paediatric Dentistry. *European Archives of Paediatric Dentistry*. 2017; 18(3): 139-51.
- Andreasen JO, Munksgaard EC, Bakland LK. Comparison of fracture resistance in root canals of immature sheep teeth after filling with calcium hydroxide or MTA. *Dental traumatology*. 2006; 22(3): 154-6.
- Bonte E, Beslot A, Boukpepsi T, Lasfargues JJ. MTA versus Ca (OH) 2 in apexification of non-vital immature permanent teeth: a randomized clinical trial comparison. *Clinical oral investigations*. 2015; 19(6): 1381-8.
- Belli S, Eraslan O, Eskitaşcıoğlu G. Effect of different treatment options on biomechanics of immature teeth: A finite element stress analysis study. *Journal of endodontics*. 2018; 44(3): 475-9.
- Ramnani K, Shetty R, Shetty S. Evaluation of Outcomes of Recent Materials Used for Single Visit Apexification. *Journal of Advanced Medical and Dental Sciences Research*. 2018; 6(6): 76-80.
- Damle SG, Bhattal H, Damle D, Dhindsa A, Loomba A, Singla S. Clinical and radiographic assessment of mineral trioxide aggregate and calcium hydroxide as apexification agents in traumatized young permanent anterior teeth: A comparative study. *Dental research journal*. 2016; 13(3): 284-9.
- Lee LW, Hsieh SC, Lin YH, Huang CF, Hsiao SH, Hung WC. Comparison of clinical outcomes for 40 necrotic immature permanent incisors treated with calcium hydroxide or mineral trioxide aggregate apexification/apexogenesis. *Journal of the Formosan Medical Association*. 2015; 114(2): 139-46.
- Beslot-Neveu A, Bonte E, Baune B, Serreau R, Aissat F, Quinquis L, Lasfargues JJ. Mineral trioxide aggregate versus calcium hydroxide in apexification of non-vital immature teeth: Study protocol for a randomized controlled trial. *Trials*. 2011; 12(1): 174.
- Hargreaves KM, Diogenes A, Teixeira FB. Treatment options: biological basis of regenerative endodontic procedures. *Pediatric dentistry*. 2013; 35(2): 129-40.
- Lin J, Zeng Q, Wei X, Zhao W, Cui M, Gu J, Ling J. Regenerative endodontics versus apexification in immature permanent teeth with apical periodontitis: a prospective randomized controlled study. *Journal of endodontics*. 2017; 43(11): 1821-7.
- Hargreaves KM, Giesler T, Henry M, Wang Y. Regeneration potential of the young permanent tooth: what does the future hold? *Pediatric dentistry*. 2008; 30(3): 253-60.
- Nosrat A, Li KL, Vir K, Hicks ML, Fouad AF. Is pulp regeneration necessary for root maturation? *Journal of endodontics*. 2013; 39(10): 1291-5.
- Nosrat A, Homayounfar N, Oloomi K. Drawbacks and unfavorable outcomes of regenerative endodontic treatments of necrotic immature teeth: a literature review and report of a case. *Journal of endodontics*. 2012; 38(10): 1428-34.

Реферат

РЕТРОСПЕКТИВНИЙ АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРИМЕНЕННЯ МИНЕРАЛ ТРИОКСИД АГРЕГАТА І КАЛЬЦІЙСОДЕРЖАЩИХ ПРЕПАРАТІВ С ЦЕЛЮ ПРОВЕДЕННЯ ПРОЦЕДУРИ АПЕКСИФІКАЦІЇ

Билищук Л.М., Мельник В.С., Горзов Л.Ф., Ратушний Р.И.

Ключевые слова: апексификация, апексогенез, несформированный корень, лечения.

Введение. Алгоритм выбора метода лечения постоянных зубов с полностью сформированным корнем, описанный в исследовании Shabahang S. (2013), предусматривает проведение процедуры апексификации в случаях необратимого пульпита и некроза пульпы, и витальной терапии в случаях диагностики обратных патологических явлений в структуре пульпарного комплекса. Цель исследования. Провести ретроспективный анализ эффективности применения минерал триоксид агрегата и кальцийсодержащих препаратов с целью проведения процедуры апексификации по данным предварительно проведенных исследований. Материалы и методы исследования. С целью реализации поставленной цели исследования был проведен поиск релевантных публикаций по использованию поисковой системы Google Scholar (<https://scholar.google.com.ua/>), баз данных Pubmed (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/>) и ScienceDirect (<https://www.sciencedirect.com/>). Результаты исследования. Доступные на сегодня данные разного уровня доказательности не подтверждают факта высшей клинической эффективности применения минерал триоксид агрегата по сравнению с кальций-гидроксидом с целью проведения процедуры апексификации в случаях эндодонтического лечения зубов с незавершенным формирования корня. Однако весомое преимущество применения минерал триоксид агрегата заключается в возможности одноэтапного формирования корневой пробки с последующей постоянной obturацией корневого канала после полного затвердевания минерал триоксид агрегата. Вывод. Проанализированы исследования характеризовались вариативностью дизайнов и использованием различных подходов к оценке сформированности апикальной части зуба, кроме того, в большинстве публикаций не проводилось оценки исходного уровня сформированности корня, который потенциально может влиять на успешность манипуляции. Низкий уровень успешности кальций-содержащих препаратов с целью апексификации, который был зарегистрирован в ряде исследований, аргументированный пролонгированностью лечения, в ходе которого отмечается тенденция к пропуска пациентам контрольных осмотров и их выбывание из сложившейся исследуемой выборки в течение соответствующего периода мониторинга. Для формулировки соответствующих клинических рекомендаций необходимо обеспечить подход к оценке исходной ситуации и результатов проведенного лечения референтной к унифицированной системы критериев, относительно которых будет проводиться интерпретация всех показателей качества, достигнутых апексификацией.

Summary

RETROSPECTIVE ANALYSIS OF EFFICACY IN APPLYING MINERAL TRIOXIDE AGGREGATE AND CALCIUM-CONTAINING AGENTS FOR APEXIFICATION

Bilyshchuk L.M., Melnyk V.S., Horzov L.F., Ratushny R.I.

Key words: apexification, apexogenesis, unformed root, treatment.

Introduction. The algorithm for choosing a method of treatment for permanent teeth with incompletely formed root, described in the study of Shabahang S. (2013), involves the procedure of apexification in cases of irreversible pulpitis and pulp necrosis, and convalescent therapy in cases of diagnosis of recurrent pathological phenomena in the pulp structure. The aim of the study was to conduct a retrospective analysis of the effectiveness of applying mineral trioxide aggregate and calcium-containing agents in order to carry out the apexification procedure according to the data of previous studies. Materials and methods. Relevant publications were searched by Google Scholar search (<https://scholar.google.com/>), Pubmed databases (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/>) and ScienceDirect (<https://www.sciencedirect.com/>). Results. The data available to date are of varying evidence and do not confirm the fact that the mineral trioxide aggregate is more clinically effective than calcium hydroxide for the purpose of apexification in cases of endodontic treatment of incomplete root formation. However, a significant advantage of mineral trioxide aggregate is the possibility of one-stage root canal formation with subsequent permanent obturation of the root canal after complete curing of mineral trioxide aggregate. Conclusion. The reports analyzed are characterized by variability of designs and the use of different approaches to assess the formation of the apical part of the tooth; moreover, most publications do not evaluate the initial level of root formation, which can potentially affect the success of the manipulation. The lower success rate of calcium-containing aids for apexification reported in a number of studies is justified by the prolongation of treatment, during which there is a tendency for patients to miss the check-ups and to drop out of the generated study sample during the relevant monitoring period. In order to formulate appropriate clinical recommendations, it is necessary to ensure that the baseline and treatment outcomes are referenced to a unified system of criteria for interpretation of all quality indicators of apexification achieved.