

Monika Tysiąc-Miśta¹**Ewa Białożył¹****Marta Sitek²****Wiktora Wierzbą²****Bartosz Wanot³****Magdalena Cieślik¹**

MTA (MINERAL TRIOXIDE AGGREGATE) – MATERIAŁ STOMATOLOGICZNY STANOWIĄCY ODPOWIEŹ NA NOWE WYZWANIA STAWIANE WSPÓŁCZESNEJ ENDODONCJI

MTA (MINERAL AGGREGATE TRIOXIDE) - DENTAL MATERIAL, WHICH IS THE ANSWER TO NEW CHALLENGES OF MODERN ENDODONTICS

Abstrakt Endodoncja stanowi dział stomatologii, w którym rozwój materiałowznawstwa jest szczególnie widoczny. Wynika to z coraz wyższych standardów leczenia, zapewniających coraz lepsze jego rezultaty. Celem pracy było zebranie informacji dotyczących właściwości materiału MTA. Materiały i metody stanowił kompleksowy, systematyczny przegląd piśmiennictwa opublikowanego w latach 1990-2015 w bazie PubMed i GBL na temat zastosowania ww. preparatu w endodoncji. Wyniki i wnioski z pracy wskazują, iż materiał ten doskonale spalenia swoja rolę w przypadkach pokrycia miazgi, perforacjach, resorpcjach, wypełnieniach wstecznych kanału, apeksogenezie oraz procedurach apeksyfika-

¹ Zakład Materiałowznawstwa Stomatologicznego, Katedra Protetyki i Materiałowznawstwa Stomatologicznego, Wydział Lekarski z Oddziałem Lekarsko-Dentystycznym w Zabrze, Śląski Uniwersytet Medyczny w Katowicach

² Studenckie Koło Naukowe, Zakład Materiałowznawstwa Stomatologicznego, Katedra Protetyki i Materiałowznawstwa Stomatologicznego, Wydział Lekarski z Oddziałem Lekarsko-Dentystycznym w Zabrze, Śląski Uniwersytet Medyczny w Katowicach

³ Instytut zdrowia i Pielęgniarstwa, Akademia Polonijna w Częstochowie

cyjnych, stanowiących ważną wyzwanie współczesnej endodoncji.

Abstract Endodontics is a branch of dentistry, in which the development of materials is particularly evident. This is due to increasingly higher standards of treatment, providing more and better treatment results. The aim of the study was to gather information on the properties of the MTA material. Materials and methods constituted a comprehensive, systematic review of the literature published in the years 1990-2015 in the database PubMed and GBL on the use of MTA in endodontics. The results and conclusions of the work indicate that this material perfectly fulfills its role in the cases of pulp capping, perforations, resorptions, apiksogenesis apiksification - procedures, which are important challenges of modern endodontics.

Wstęp

Poszukiwania nowych materiałów w stomatologii kierują się ku preparatom, dzięki którym jest możliwość uratowania zęba, który wcześniej byłby skazany na ekstrakcję. Takim materiałem wprowadzonym na rynek w 1993r. przez zespół M.Torabinejadą był preparat MTA -Mineral trioxide aggregate, który to początkowo służył do zamykania przypadkowych perforacji [1]. Obecnie materiał ten jest wykorzystywany w wielu innych przypadkach, w których konieczne jest uzyskanie właściwych warunków do regeneracji tkanek.

Materiały i metody

Celem pracy było zebranie informacji dotyczących właściwości materiału MTA. Przeprowadzono kompleksowy, systematyczny przegląd piśmiennictwa opublikowanego w latach 1990-2015 w bazie PubMed i GBL na temat zastosowania ww. preparatu w endodoncji. Posługiwano się słowami klucz (w języku polskim i angielskim): „Agregat mineralnych trójtlenków”, „MTA”, „endodoncja”.

Wyniki

Agregat mineralnych trójtlenków (ang. Mineral Trioxide Aggregate) dostępny jest w dwóch odmianach- białym oraz szarym, których różnica polega na zawartości tlenku żelaza. W odmianie białej zawartość tego tlenku zmniejszono dziesięciokrotnie, co pozwala na uniknięcie przebarwienia zębów [2]. W składzie preparatu zawarte są tlenki

następujących pierwiastków: wapnia, bizmutu, glinu, krzemu, magnezu, siarki, litu, tytanu, dodatkowo zawiera siarczan potasowy, sodowy oraz krystaliczną krzemionkę [3]. Jest to materiał o alkalicznym odczynie, którego pH wynosi 10,2 natychmiast po zmieszaniu, po 3 godzinach wzrasta do wartości 12,5 [4]. Zgodnie z zaleceniami producenta należy zmieszać 1g proszku z 0,33g wody destylowanej. Inne proporcje mogą spowodować porowatość materiału oraz wpływać na wielkość i jakość wytworzonych kryształów. Zmniejszając ilość dodanej wody obniża się zdolność indukująca mineralizację tkanek przez preparat [5].

Materiał MTA charakteryzuje się bardzo niskim mikroprzeciekaniem, dobrym przyleganiem, biokompatybilnością, działaniem antybakteryjnym i odontotropowym. Zawarte składniki wykazują właściwości indukujące w tworzeniu się kompleksów wapniowych i mostu zębinowego. Dokładny mechanizm nie został jednak wyjaśniony. Przypuszcza się, że spowodowane jest to tworzeniem z trójtlenku wapnia wodorotlenku wapnia i na tej drodze wywierany jest efekt leczniczy [4, 6,7,8].

Wszechstronne zastosowanie preparatu MTA, spowodowane jest jego szczególnymi właściwościami. Wykorzystuje się go w przykryciu bezpośrednim miazgi, w pulpotomii, apeksyfikacji i apeksogenezie, w resorpcjach wewnętrznych oraz zewnętrznych, naprawach perforacji, wstecznym wypełnieniu kanałów po resekcji wierzchołka oraz zmianach okołowierzchołkowych [4]. Pod wpływem MTA dochodzi do precypitacji oraz odkładania hydroksyapatytów [9]. Agregat mineralnych trójtlenków dodatkowo w bezpośrednim kontakcie z żywą miazgą powoduje powstanie warstwy nekrotycznej, w której sąsiedztwie tworzy się most zębinowy [1,10]. W przypadku kontaktu preparatu z tkankami okolicy okołowierzchołkowej przy martwej miazdze dochodzi do stymulacji cementu oraz więzadeł przyzębia do odbudowy tkanek aparatu zawieszeniowego zęba.

W niniejszym artykule pragniemy skupić się jednak na dokładnym przedstawieniu procedury leczniczej w przypadku wystąpienia resorpcji, perforacji oraz procedura apeksyfikacji i wypełnienia wstecznego po resekcji wierzchołka.

Resorpcja twardych tkanek zębów może być procesem zarówno

fizjologicznym jak i patologicznym. Z fizjologicznym procesem mamy do czynienia podczas wymiany uzębienia mlecznego na uzębienie stałe. Natomiast do wystąpienia procesu patologicznego wg. Fussai wsp. konieczne są czynniki patogenne w dwóch etapach, pierwszy to uraz mechaniczny lub chemiczny tkanek zęba, dalszą fazę stanowi stymulacja przez ucisk lub infekcję [11].

Za resorpcję twardych tkanek zęba, czyli utraty szkliwa, zębiny i cementu korzeniowego dochodzi na skutek działalności osteoklastów, które są makrofagami z dużą ilością mitochondriów i wakuoli [12]. Do wzrostu ilości tych komórek dochodzi w ogniskach zapalnych, poprzez produkty rozpadu i przemiany materii obecnych bakterii.

Resorpcję dzieli się na zewnętrzną oraz wewnętrzną. Zgodnie z podziałem wg. Jeanneret resorpcja wewnętrzna została sklasyfikowana w 3 typach [13]: typ A: jama resorpcyjna w koronie; typ B: jama resorpcyjna w kanale korzeniowym, typ C: resorpcja prowadząca do perforacji kanału korzeniowego. Będąc zmianą najczęściej bezobjawową, wykrywaną przy rutynowych zdjęciach radiologicznych przybiera obraz jamy resorpcyjnej o owalnym lub okrągłym kształcie [14].

Resorpcja zewnętrzna w obrazie RTG ma charakter słabo odgraniczonego ubytku korzenia zęba. Może mieć kształt nieregularny [15].

Postępowanie lecznicze w przypadku resorpcji polega w pierwszej kolejności na usunięciu przyczyny. Należy wykonać antyseptyczne leczenie kanałowe z obfitym płukaniem kanału 5,25% podchlorynem sodu. W przypadku resorpcji zewnętrznej konieczne jest chirurgiczne usunięcie tkanki zianinowej z jamy resorpcji, również z przepłukaniem roztworem podchlorynu sodu [16]. W dalszej kolejności należy wypełnić szczelnie preparatem MTA. Materiał ten do związania potrzebuje obecności wilgoci, dlatego należy zamknąć ubytek z wilgotną watą i dopiero na następnej wizycie wypełnić ostatecznie [12, 17].

Perforacja jest patologicznym połączeniem jamy zęba z ozębnią. W znacznej większości przypadków, bo aż 77% dotyczy korzeni, a tylko w 24% komory [18]. Jest częstym powikłaniem leczenia endodontycznego i są drugą z najczęstszych przyczyn niepowodzenia tego leczenia. [18,19].

Zgodnie z klasyfikacją wg. Taatz i Stiefel wyróżnia się 4 klasy perforacji, w zależności od jej lokalizacji [18]. Klasa I: perforacja występuje w obrębie korony, klasa II: perforacja w odcinku środkowym korzenia, klasa III: perforacja w okolicy przyszczytowej, klasa IV: perforacja w obrębie furkacji.

Perforacje można również podzielić na dawne oraz świeże, lub też na ich wielkość, czyli małe (gdy średnica jest mniejsza niż narzędzie nr 20) lub duże [20].

Leczenie zębów z perforacją jest uzależnione od jej wielkości i miejsca. Od strony jamy zęba można zamknąć jedynie perforacje, które są wewnątrzzębodołowe. Zachowawczo można leczyć jedynie perforacje małych lub średnich rozmiarów, gdyż w przypadku perforacji o dużych rozmiarach, które są trudne do szczelnego zamknięcia najpierw należy zastanowić się nad leczeniem chirurgicznym, takim jak ekstrakcja, hemisekcja, radektomia itp. [18]

W przypadku perforacji dużych można chirurgicznie odstąpić przedziurawienie od zewnątrz kanału, aby nie doszło do przepchnięcia materiału [21,22,23]. Aby nie doprowadzić do takiego powikłania część specjalistów zaleca stworzenie matrycy z hydroksyapatytu, wodorotlenku wapnia czy gąbki kolagenowej.

Dawne perforacje, które z dużym przypuszczeniem można traktować jako zakażone należy przepłukać najpierw roztworem tetracykliny lub chlorheksydyny. W dalszej kolejności powinno się założyć preparat na bazie wodorotlenku wapnia i dopiero po okresie tygodnia szczelnie wypełnić ostatecznie materiałem MTA [24].

Niestety leczenie perforacji w znacznej części przypadków nie kończy się sukcesem [25].

Żywa miazga odpowiada za prawidłowy rozwój wierzchołka korzenia zęba, proces ten nosi nazwę apeksogenezy [26]. W sytuacji, gdy dochodzi do martwicy miazgi brak jest możliwości przebiegu tego procesu. W zębach z niedokończonym rozwojem wierzchołka przy martwicy miazgi konieczne jest wprowadzenie procedury apeksyfikacji, polegającej na wytworzeniu szczelnej bariery oddzielającej światło kanału korzeniowego [27]. Preparat MTA indukuje apeksyfi-

cję i apeksogenezę. Porównując z osiągniętymi rezultatami po zastosowaniu materiałów na bazie wodorotlenku wapnia można stwierdzić, że wytworzone twarde tkanki charakteryzują się większą gęstością po użyciu MTA. Dodatkowo zęby bardziej odporne na złamania [28].

Procedura apeksyfikacji przy użyciu materiału MTA jest dwuetapowa, ze względu na konieczną obecność wilgoci w świetle kanału dla związania preparatu. W zębach z niezakończonym rozwojem wierzchołka nie wolno stosować endometru, więc pomiar długości musi odbyć się wyłącznie na podstawie zdjęcia radiologicznego. Prawidłowa grubość warstwy materiału wynosi 4-5mm, aby zapewnić szczelność bariery. W świetle kanału należy pozostawić wilgotną watkę i na następnej wizycie, po 24-28 godzinach wykonać wypełnienie ostateczne kanału. Należy przeprowadzać kontrolę procesu apeksyfikacji co 3 miesiące. Proces ten trwa od 6 do 18 miesięcy w zależności od stopnia rozwoju wierzchołka korzenia.

Wypełnienie wsteczne po resekcji wierzchołka korzenia ma na celu wytworzenie szczelnej bariery, która zapewni brak przenikania bakterii i produktów ich metabolizmu do okolicy okołowierzchołkowej z systemu kanałowego. Przeprowadzono wiele badań w poszukiwaniu idealnego materiału i wykazano, że najlepszym preparatem do wypełnienia wstecznego jest MTA, gdyż charakteryzował się najmniejszym mikropieczkiem w porównaniu z innymi środkami, w tym cementem szkło-jonomerowym czy amalgamatem. Kwaśne środowisko występujące w zapalnej okolicy poprawiało szczelność materiału Mineral Trioxide Aggregate. Również jako jedyny materiał indukuje regenerację tkanek okołowierzchołkowych [29,30].

Wnioski

Mineral trioxide aggregate-MTA jest obecnie wykorzystywany w przypadku wielu powikłań leczniczych. Stał się niezbędnym preparatem ratującym zęby, które wcześniej byłyby skazane na ekstrakcję. Podkreślając jego wszechstronne zalety, nie można zapomnieć też o jego wadach jak konieczna obecność wilgoci w trakcie wiązania i trudna aplikacja.

BIBLIOGRAFIA

1. Lee SJ, Monsef M, Torabinejad M. Sealing ability of a mineral trioxide aggregate for repair of lateral root perforations. *J Endod* 1993; 19:541-4.
2. Dammaschke T et al. Chemical and physical surface and bulk material characterization of white ProRoot MTA and two Portland cements. *Dent Materials* 2005; 21: 731-8.
3. Zarzecka J, Gończowska K. Zastosowanie materiału MTA (Mineral Trioxide Aggregate-Dentsply, Tulsa Dental, USA) w zabiegach z zakresu mikrochirurgii endodontycznej-przegląd piśmiennictwa. *Por.Stom.* 2003; 1:6-8.
4. Jańczuk Z, Kaczmarek U, Lipski M. Stomatologia zachowawcza z endodoncją, PZWL wyd. IV, Warszawa 2014.
5. Fridland M, Rosado R. Mineral Trioxide Aggregate (MTA) solubility and porosity with different water-to-powder ratios. *J. Endod.* 2003;29:679-82.
6. Camilleri J et al. Biocompatibility of two commercial forms of mineral trioxide aggregate. *Int.Endod.J.* 2004; 37: 699-704.
7. Masuda YM et al. Evaluation of biocompatibility of mineral trioxide aggregate with an improved rabbit ear chamber. *J. Oral Rehabil.* 2005;32:145-50.
8. Ribeiro DA et al. Ex vivo biocompatibility tests of regular and white forms of mineral trioxide aggregate. *Int Endod. J.* 2006;39: 26-30.
9. Sarkar NK et al. Physicochemical basis of biologic properties of Mineral Trioxide Aggregate. *J.Endod.* 2005; 31:2, 97-100.
10. Torabinejad M, Hong CU, McDonald F, Pitt Ford TR. Investigation of mineral trioxide aggregate for root-end fillings in dogs. *J Endod.* 1995; 21:603-8.

11. Fuss Z., Tsesis I., Lin S., Root resorption-diagnosis, classification and treatment choices based on stimulation factors. *Dent. Traumatol.*, 2003, 19, 4, 175-182.
12. Anan H., Akamine A., Maeda K. An enzyme histochemical study of the behavior of rat bone cells during experimental apical periodontitis. *J. Endod.*, 1993, 19, 2, 83-86.
13. Jeanneret R: Internen Granulom. *SSO Schweiz Monatsschr Zahnheilkd* 1947; 57, 378-383.
14. Ne RF, Witherspoon DE, Gutmann JL. Tooth resorption. *Quintessence Int* 1999, 30. 9-25.
15. Tronstad L. Endodontyczne aspekty resorpcji korzenia. In: Tronstad L, editor *Endodoncja kliniczna*, Warszawa, PZWL, 2004, 180-190.
16. Pace R, Guliani V, Pagavino G. Mineral Trioxide aggregate in the treatment of external invasive resorption: a case report. *International Endodontic Journal* 2008, 41, 258-266.
17. Islam I, Chng H.K., Yap A.U. Comparison of the physical and mechanical properties of MTA and Portland cement, *J. Endod.* 2006, 32, 3, 193-197.
18. Guldener P.H.A. Perforacje przypadkowe, *Endodontologia. Diagnostyka i leczenie chorób miazgi i oębnej*, PZWL, Warszawa 1996.
19. Ingle J.I. A standarized endodontic technique utilizing newly designed instruments and filling materials. *Oral Surg. Oral med. Oral Pathol.* 1961,14,1, 83-91.
20. Tsesis I, Fuss Z. Diagnosis and treatment of accidental root perforations. *Endod. Topics*, 2006, 95-107.
21. Menezes R. MTA repair of a superacrestal perforation: a case report. *J. Endod.*, 2005, 31, 3, 212-214.
22. Lipski M. Leczenie zachowawcze siekacza bocznego szczęki z perforacją korzenia zlokalizowaną w jego odcinku środkowym. Opis przypadku. *Magazyn Stomat.* 2008, XVIII, 3, 61-64.
23. Bramante C.M. Czy matryca jest potrzebna do leczenia perforacji za pomocą MTA. *Endodoncja.pl*, 2008, 2, 6-10.
24. Piątowska D. Trudności i powikłania w leczeniu endodontycznym. *Stomatologia zachowawcza. Zarys Kliniczny*, red. Jańczuk Z. PZWL, Warszawa, 2004, 443-455.

25. Fuss Z., Trope M. Root perforations: classification and treatment choices basen on prognostic factors. Endod. Dent. Traumatol., 1996, 12, 3, 255-264.
26. Piesiak-Pańczyszyn D, Pregiel B, Fita K. Leczenie endodontyczne zębów stałych z niezakończonym rozwojem korzeni w zależności od zastosowanych materiałów. Implantoprotetyka 2010; 11, 1: 38-43.
27. <http://www.dmp.umed.wroc.pl/index.php?menu=streszczenie&art=2009247>
28. Blome B, Sobarzo V. Sukces i niepowodzenie po zamknięciu wierzchołka preparatem MTA. Endodoncja.pl 2009; 2: 86-93.
29. Roy CO, Jeansone BG, Gerrets T.F. Effect of an acid environment od leakage of root-end filling materials. J.Endod. 2001; 27;7-8.
30. Fogel HM, Peikoff MD. Microleakage of root-end filling materials. J. Endod., 2001;27; 456-458.