

РЕНТГЕНОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ МАТЕРІАЛІВ НА ОСНОВІ МТА

Національний медичний університет імені О. О. Богомольця (м. Київ)

vslabkovsky@gmail.com

Робота є фрагментом виконання науково-дослідної роботи кафедри дитячої терапевтичної стоматології та профілактики стоматологічних захворювань Національного медичного університету імені О. О. Богомольця «Загальні чинники у формуванні стоматологічного здоров'я дітей та підлітків» (№ державної реєстрації 0113U001484).

Вступ. Основною метою obturaції кореневих каналів при ендодонтичному лікуванні є герметизація системи каналу для запобігання можливого його повторного інфікування [2]. Оцінка процедури obturaції здійснюється за допомогою рентгенографії. Тому рентгеноконтрастність ендодонтичних пломбувальних матеріалів є їх необхідною фізичною властивістю, що дозволяє оцінити щільність, гомогенність та рівень obturaції системи кореневих каналів на рентгенограмі [8]. Міжнародний стандарт ISO 6876:2001 в якості мінімального значення рентгеноконтрастності ендодонтичних цементів встановив рентгенологічну щільність 3 мм алюмінію (mm Al) [6]. Крім того, відповідно до стандартів ANSI/ADA, рентгеноконтрастність всіх ендодонтичних пломбувальних матеріалів повинна перевищувати рентгеноконтрастність дентину або кістки не менше, ніж на 2 мм рентгенологічної щільності алюмінію [3].

На сьогоднішній день з'явилося багато матеріалів на основі кальцій-силікатних цементів. Проведені різними науковцями дослідження вказують, що матеріали цієї групи мають меншу рентгеноконтрастність, ніж більшість силерів для кореневих каналів та гутаперча, крім того, різні дослідження їх рентгенологічних властивостей демонструють досить суперечливі результати [9]. Так, наприклад, середня рентгеноконтрастність матеріалу ProRoot MTA (Dentsply, USA) за даними М. Torabinejad et al. (1995) становить 7.17 мм еквівалентної товщини алюмінію [13], тоді як Т. Danesh et al. (2006) визначили її як 5.34 mm Al [5], а М. Tanomaru et al. (2006) – як 2.5±0.18 mm Al [12]. Незалежні дослідження рентгеноконтрастності інших матеріалів на основі МТА – таких, як Restapex (Latus, Харків, Україна), Trioxident (ВладМиВа, Росія), RootDent (Технодент, Росія), МТА+ (Cerkamed, Poland) практично відсутні або не відповідають загальноприйнятим методикам.

Мета дослідження. Оцінити рентгеноконтрастність різних матеріалів на основі МТА з використанням цифрової радіографії.

Об'єкт і методи дослідження. Об'єкт дослідження – рентгенологічні властивості матеріалів на основі мінерал-триоксид агрегатів (МТА). Для дослідження було обрано наступні матеріали на основі МТА: ProRoot MTA (Dentsply, USA), МТА Angelus

Blanco (Solucos Odontologicas, Londrina, Brazil), Biodentine (Septodont, France), МТА+ (Cerkamed, Poland), Trioxident (ВладМиВа, Росія), RootDent (Технодент, Росія), Restapex (Latus, Харків, Україна). Для оцінки рентгеноконтрастності вибраних пломбувальних матеріалів було використано загальноприйняту методику, розроблену Tagger і Katz (2003) [10]. За цією методикою при рентгенографії досліджені матеріали розташовуються поряд зі стандартним ступеневим алюмінієвим клином. Отримані зображення оцифровуються, аналізуються за шкалою відтінків сірого (від 0 до 255) за допомогою спеціального програмного забезпечення, і дані рентгенологічної щільності переводяться у відповідні мм еквівалентної товщини алюмінію [10].

Нами було підготовлено шість прозорих полімерних пластини (2,2 * 4,5 см * 1 мм), що містили вісім отворів по 1 мм в глибину і 1,5 мм в діаметрі, пластини поміщено над скляною пластинкою. Досліджені матеріали були замішані відповідно до інструкції виробників і потім відразу внесені по одному у відповідний отвір на кожній з підготовлених пластин. Надлишок матеріалів було видалено, і пластинки були залишені у вологому середовищі на 4 год, до повного тверднення матеріалів. Потім кожна пластинка разом зі стандартним ступеневим алюмінієвим клином (з 10-ма сходинками висотою по 1 мм) встановлювалась на датчик візіографа (Asteon sorix 2). Знімок робився на 70 kV, 8 mA. Час експозиції становив 0,17с (рентген-апарат de Gotzen S.r.l. xgenus dc) (рис. 1). Аналіз рентгенограм проводився наступним чином. В програмному забезпеченні в 10-

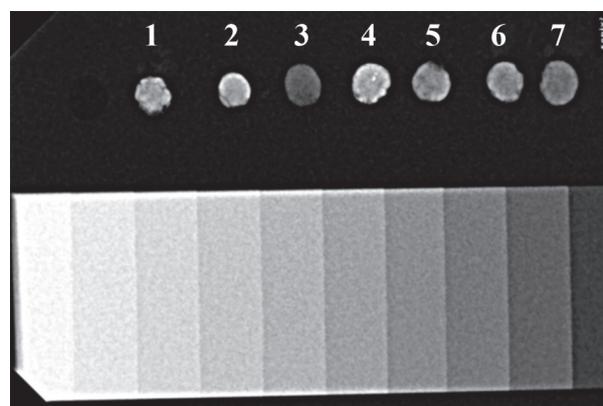


Рис. 1. Рентгенограма семи зразків різних досліджуваних матеріалів на основі МТА зі стандартним ступеневим алюмінієвим клином (1- ProRoot MTA, 2- МТА Angelus Blanco, 3- Biodentine, 4- МТА+, 5- Restapex, 6- Trioxident, 7- RootDent).

МЕТОДИ ТА МЕТОДИКИ

вільних точках для кожної сходинки клина та досліджуваних матеріалів визначалась інтенсивність забарвлення по шкалі відтінків сірого від 0 до 255 та підраховувалось середнє значення і стандартне відхилення.

В програмі Microsoft Excel окремо для кожного з 6 повторів будувався графік залежності інтенсивності забарвлення кожної сходинки алюмінію від її товщини, генерувалась калібровочна логарифмічна та степенева крива і визначалась формула перерахунку інтенсивності забарвлення по шкалі сірого в еквівалентні мм рентгенологічної щільності алюмінію (рис. 2).

Після перерахунку рентгенологічної щільності для кожного матеріалу шести серій експерименту проводилась статистична обробка даних з використанням ANOVA тесту.

Результати досліджень та їх обговорення. Ми отримали наступні дані рентгенологічної щільності досліджуваних матеріалів: MTA+ – $4,92 \pm 0,46$ мм Al, ProRoot MTA – $4,72 \pm 0,39$ мм Al, MTA Angelus Blanco – $4,42 \pm 0,52$ мм Al, Restapex – $4,20 \pm 0,34$ мм Al, Trioxident – $3,56 \pm 0,34$ мм Al, RootDent – $2,65 \pm 0,34$ мм Al, Biodentine – $1,98 \pm 0,24$ мм Al. Зведені дані наведені на рис. 3.

Всі досліджувані матеріали, крім цементів Biodentine та RootDent, відповідали встановленим стандартам рентгенконтрастності ISO 6876:2001 [6], що має бути вищою за 3.0 мм Al. Рентгенологічна щільність матеріалу RootDent, що становила $2,65 \pm 0,34$ мм Al, була близькою до відомих показників щільності дентину зуба (2.57 мм Al) [11], а рентгенконтрастність цементу Biodentine навіть нижчою ($1,98 \pm 0,24$ мм Al).

Найбільшу рентгенологічну щільність продемонстрував цемент MTA+ Cerkamed, однак статистично достовірної різниці між рентгенологічною щільніс-

тю цементів MTA+ Cerkamed, ProRoot MTA та MTA Angelus Blanco виявлено не було ($P > 0,05$). Рентгенологічна щільність матеріалів Restapex, Trioxident, RootDent та Biodentine була меншою і достовірно відрізнялась у різних матеріалів ($P < 0,05$). Найменшу рентгенологічну щільність мав матеріал Biodentine ($1,98 \pm 0,24$ мм Al). Показники його рентгенологічної щільності були нижчі, ніж в аналогічному дослідженні Tanalp J (2.8 ± 0.48 мм Al) [11], однак результати обох досліджень вказують на невідповідність цього матеріалу стандартам ISO 6876:2001 [6] за рентгенконтрастністю, яка проте за даними виробника складає 3.5 мм Al.

Результат рентгенконтрастності, отриманий нами для матеріалу ProRoot MTA ($4,72 \pm 0,39$ мм Al), був дещо менший, ніж в дослідженні T. Danesh et al. (2006), що визначили її як 5,34 мм Al [5], та значно відрізняється від досліджень M. Torabinejad et al. (1995) – 7,17 мм Al [6] і M. Tanomaru et al. (2006) – 2.5 ± 0.18 мм Al [12].

Заданими більшістю досліджень, MTA Angelus має меншу рентгенконтрастність, ніж ProRoot MTA [4,7]. В нашому дослідженні вона становила $4,42 \pm 0,52$ мм Al, однак статистично достовірної відмінності між MTA Angelus та ProRoot MTA нами виявлено не було. Визначена рентгенконтрастність матеріалу MTA Angelus була більшою в порівнянні з дослідженням M. Tanomaru et al. (2006) – 3.7 ± 0.11 мм Al [12].

Порівняти результати рентгенконтрастності матеріалу Trioxident з попередніми його дослідженнями, на жаль, неможливо, оскільки їх методологія значно відрізняється від стандартної. Так, за даними П.Н. Скрипникова (2007) рентгенконтрастність матеріалу Trioxident становить 0.6042 для 1мм, 0.8063 для 2мм, 0.9980 для 3 мм і 0.9997 для 4 мм в порівнянні з амальгамою. В цьому дослідженні

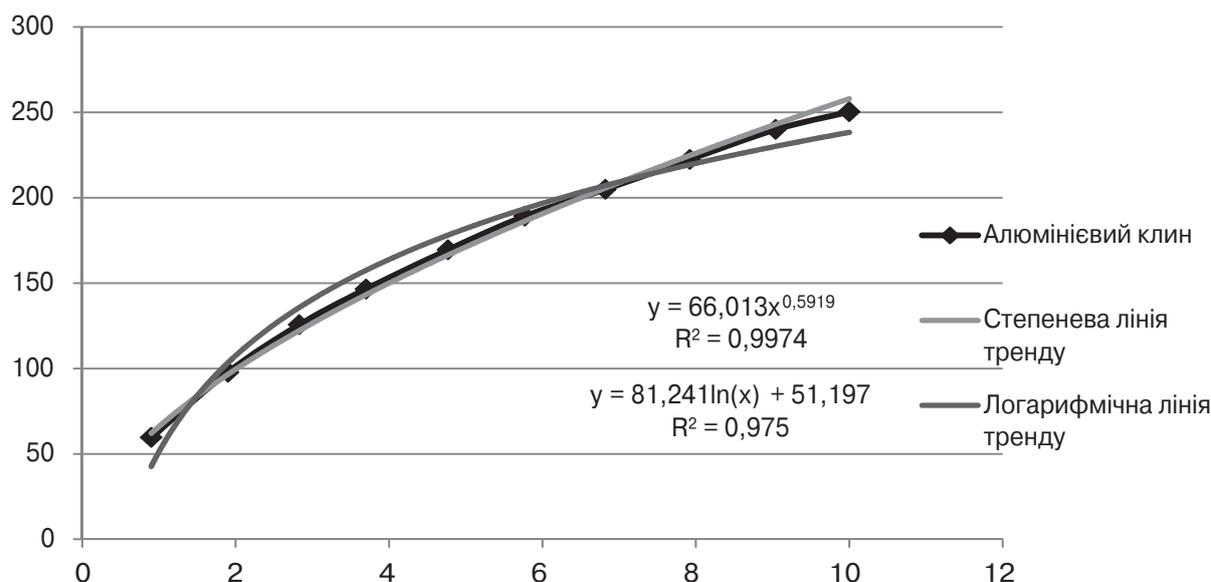


Рис. 2. Графік залежності інтенсивності забарвлення по шкалі відтінків сірого стандартного алюмінієвого клина та його логарифмічна та степенева лінія тренду.

МЕТОДИ ТА МЕТОДИКИ

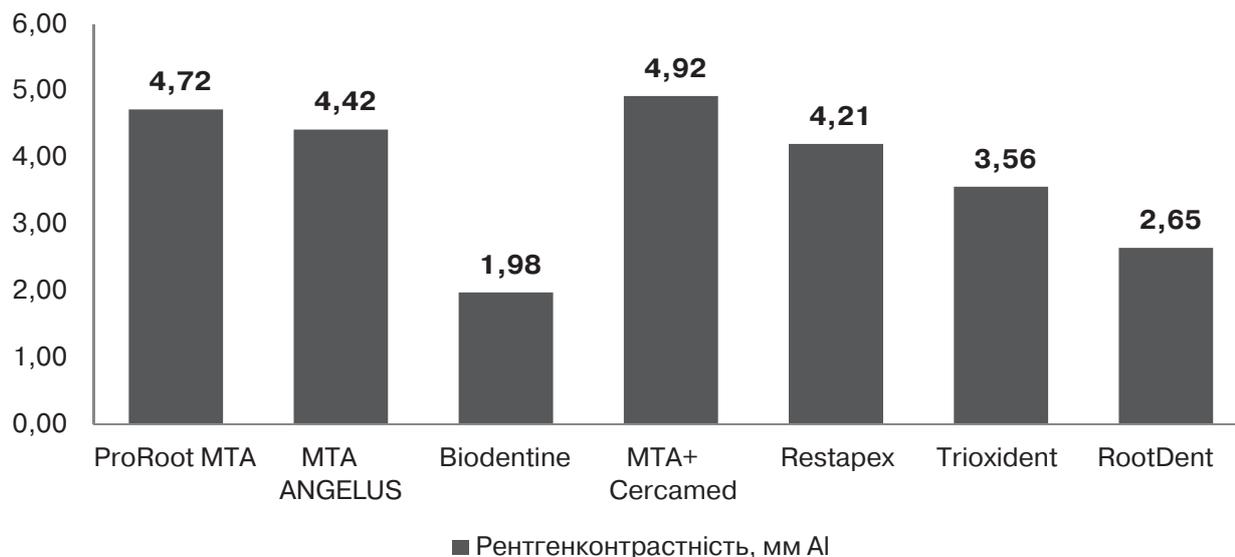


Рис. 3. Рентгенологічна щільність різних досліджуваних матеріалів на основі МТА.

ці показники були вищі, ніж у кісткової тканини (0.51 для 1 мм, в порівнянні з амальгамою) [1].

Висновки

Рентгенологічні властивості ендодонтичних пломбувальних матеріалів є важливим аспектом їх вибору, оскільки вони дають можливість об'єктивно оцінити результат лікування і попередити чи усунути можливі помилки та ускладнення. Матеріали MTA+ Cercamed, ProRoot MTA, MTA Angelus Blanco, Restapex та Trioxident відповідали міжнародним нормам мінімального значення рентгенологічної щільності для ендодонтичних цементів – 3 мм рент-

генологічної щільності алюмінію. Найкращі показники рентгенологічної щільності мали матеріали MTA+ Cercamed, ProRoot MTA, MTA Angelus Blanco. Рентгенологічна щільність цементів Biodentine та RootDent є низькою, що може звужити спектр їх використання в ендодонтії.

Перспективи подальших досліджень

Розробка та впровадження комплексу лікувальних заходів у дітей, що потребують ендодонтичних втручань в постійних зубах, з незавершеним формуванням коренів, з диференційованим використанням різних матеріалів на основі МТА.

Література

1. Скрипников П. Н. К вопросу о рентгенологических характеристиках материала триоксидент / П. Н. Скрипников, Д. Р. Шилленко // Вісник української медичної стоматологічної академії. Актуальні проблеми сучасної медицини. – 2007. – Том 7. – Вип. 3. – С. 59-62.
2. Терехова Т. Н. Лечение патологии пульпы у детей / Т. Н. Терехова, Л. П. Белик, Л. В. Козловская // Современная стоматология. – 2011. – № 1. – С. 13-21.
3. American Dental Association, "Specification no. 57 for endodontic filling materials" / Journal of American Dental Association. – 1984. – vol. 108. – № 1. – P. 108.
4. Chng H. K. Properties of a new root-end filling material / H. K. Chng [et al.] // Journal of Endodontics. – 2005. – № 31. – P. 665-668.
5. Danesh G. A comparative study of selected properties of ProRoot mineral trioxide aggregate and two Portland cements / G. Danesh [et al.] // Int Endod J. – 2006. – № 39 (3). – P. 213-219.
6. International Organization for Standardization, ISO, 6876: Dental Rootsealing Materials / International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland. – 2001.
7. Islam I. Comparison of the physical and mechanical properties of MTA and Portland cement / I. Islam, H. K. Chng, A. U. J. Yap // Journal of Endodontics. – 2006. – № 32. – P. 193-197.
8. Salzedas L. Radiopacity of restorative materials using digital imagens / L. Salzedas, M. Louzada, A. Oliveira Filho // J Appl Oral Sci. – № 14 (2). – P. 147-152.
9. Shah P. Radiopacity of potential root end filling materials / P. Shah, B. Chong, S. Sidhu, T. Pitt Ford // Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. – 1996. – № 81. – P. 476-479.
10. Tagger M. Radiopacity of endodontic sealers: development of a new method for direct measurement / M. Tagger, A. Katz // Journal of Endodontics. – 2003. – vol. 29. – № 11. – P. 751-755.
11. Tanalp J. Comparison of the radiopacities of different root-end filling and repair materials [Electronic resource] / J. Tanalp, M. Karapinar-Kazanda, S. Duleko-lu, M. B. Kayahan // Scientific World Journal. – Electronic data. – 2013. – № 23. – Article ID 594950. – Mode of access: <http://dx.doi.org/10.1155/2013/594950> (viewed on February 27, 2013). – Title from the screen.
12. Tanomaru-Filho M. Evaluation of the radiopacity of rootend filling materials by digitization of radiographic images / M. Tanomaru-Filho [et al.] // Braz J Oral Sci. – 2006. – Vol. 5. – № 17. – P. 1018-1021.
13. Torabinejad M. Physical and chemical properties of a new root-end filling material / M. Torabinejad, C. U. Hong, F. McDonald, T.R. Pitt Ford // Journal of Endodontics. – 1995. – № 21. – P. 349-353.

УДК: [616.314-74:615.46]-073.75

РЕНТГЕНОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ МАТЕРІАЛІВ НА ОСНОВІ МТА

Слабковський В. В.

Резюме. Стаття присвячена вивченню рентгенконтрастності різних матеріалів на основі МТА з використанням цифрової радіографії. Ми отримали наступні дані рентгенологічної щільності досліджуваних матеріалів: МТА+(Cerkamed, Poland) – $4,92 \pm 0,46$ мм Al, ProRoot MTA (Dentsply, USA) – $4,72 \pm 0,39$ мм Al, МТА Angelus Blanco (Solucoes Odontologicas, Londrina, Brazil) – $4,42 \pm 0,52$ мм Al, Restapex (Latus, Харків, Україна) – $4,20 \pm 0,34$ мм Al, Trioxident (ВладМиВа, Росія) – $3,56 \pm 0,34$ мм Al, RootDent (Технодент, Росія) – $2,65 \pm 0,34$ мм Al, Biodentine (Septodont, France) – $1,98 \pm 0,24$ мм Al. Отримані результати свідчать, що лише наступні матеріали: МТА+ Cerkamed, ProRoot MTA, МТА Angelus Blanco, Restapex та Trioxident відповідають міжнародним нормам мінімального значення рентгенологічної щільності для ендодонтичних цементів - 3 мм рентгенологічної щільності алюмінію.

Ключові слова: рентгенконтрастність, кальцій силікатні цементи, мінерал триоксид агрегат, Biodentine, ProRoot MTA, МТА Angelus, Restapex, Trioxident, RootDent, МТА+.

УДК: [616.314-74:615.46]-073.75

РЕНТГЕНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ МТА

Слабковский В. В.

Резюме. Стаття посвящена изучению рентгенконтрастности различных материалов на основе МТА с использованием цифровой радиографии. Мы получили следующие данные рентгенологической плотности исследуемых материалов: МТА + (Cerkamed, Poland) – $4,92 \pm 0,46$ мм Al, ProRoot MTA (Dentsply, USA) – $4,72 \pm 0,39$ мм Al, МТА Angelus Blanco (Solucoes Odontologicas, Londrina, Brazil) – $4,42 \pm 0,52$ мм Al, Restapex (Latus, Харьков, Украина) – $4,20 \pm 0,34$ мм Al, Trioxident (Владмива, Россия) – $3,56 \pm 0,34$ мм Al, RootDent (Технодент, Россия) – $2,65 \pm 0,34$ мм Al, Biodentine (Septodont, France) – $1,98 \pm 0,24$ мм Al. Полученные результаты свидетельствуют, что только следующие материалы: МТА + Cerkamed, ProRoot MTA, МТА Angelus Blanco, Restapex и Trioxident соответствуют международным нормам минимального значения рентгенологической плотности для эндодонтических цементов – 3 мм рентгенологической плотности алюминия.

Ключевые слова: рентгенконтрастность, кальций силикатные цементы, минерал триоксид агрегат, Biodentine, ProRoot MTA, МТА Angelus, Рестапекс, Триоксидент, Рутдент, МТА+.

UDC: [616.314-74:615.46]-073.75

RADIOLOGICAL PROPERTIES OF MTA BASED MATERIALS

Slabkovskiy V. V.

Abstract. The article is devoted to the study of radiopacity of different MTA based materials using digital radiography. For investigation we have chosen the following MTA based materials: ProRoot MTA (Dentsply, USA), МТА Angelus Blanco (Solucoes Odontologicas, Londrina, Brazil), Biodentine (Septodont, France), МТА + (Cerkamed, Poland), Trioxident (VladMiVa, Russia), RootDent (Tehnodent, Russia), Restapex (Latus, Kharkiv, Ukraine). To assess radiopacity of selected filling materials we used conventional method developed by Tagger and Katz (2003). According to this method radiopacity of materials is investigated with the standard aluminum step wedge.

We have prepared six transparent plastic plates (2.2×4.5 cm * 1 mm) containing eight holes of 1 mm in deep and 1.5 mm in diameter, this plates were placed on a glass. The investigated materials were mixed according to the manufacturer's instructions and then appropriate holes on each plate were filled with them. The excess material was removed, and the plates were left in a humid environment for 4 hours to complete materials setting. Then each plate along with standard aluminum step wedge (10 steps of 1 mm in height) was set on the X-ray sensor (Acteon sopix 2). The picture was made on the 70 kV, 8 mA. Exposure time was 0,17s (X-ray machine de Gotzen S.r.l. xgenus dc). In the software the color intensity in shades of gray scale from 0 to 255 were defined for each step of the wedge and research materials. In the program Microsoft Excel for each of the 6 repetitions was built a graph of the intensity of the color of each wedge step to its aluminum thickness and the logarithmic and power curve for conversion of gray scale value to equivalent mm of aluminum X-ray density was generated. Then results of optical density of each sample materials were converted to the mm of aluminum X-ray density. Statistical analysis was made by ANOVA test. The following radiological density of the studied materials was received: МТА + (Cerkamed, Poland) – $4,92 \pm 0,46$ мм Al, ProRoot MTA (Dentsply, USA) – $4,72 \pm 0,39$ мм Al, МТА Angelus Blanco (Solucoes Odontologicas, Londrina, Brazil) – $4,42 \pm 0,52$ мм Al, Restapex (Latus, Kharkov, Ukraine) – $4,20 \pm 0,34$ мм Al, Trioxident (Vlad-MyVa, Russia) – $3,56 \pm 0,34$ мм Al, RootDent (Tehnodent, Russia) – $2,65 \pm 0,34$ мм Al, Biodentine (Septodont, France) – $1,98 \pm 0,24$ мм Al. This results shows that only next materials: МТА + Cerkamed, ProRoot MTA, МТА Angelus Blanco, Restapex and Trioxident correspond the international standards of the minimal radiopacity for endodontic cements above 3 mm of aluminum. The highest X-ray density showed МТА + Cerkamed, ProRoot MTA and МТА Angelus Blanco. There were no statistical deference between these materials ($P > 0,05$). Other tested materials showed statistically lower X-ray density ($P < 0,05$).

Keywords: radiopacity, calcium silicate cements, mineral trioxide aggregate, Biodentine, ProRoot MTA, МТА Angelus, Restapex, Trioxident, RootDent, МТА+.

Рецензент – проф. Біденко Н. В.
Стаття надійшла 29.02.2016 року