

مقایسه آزمایشگاهی میزان ریزنشت میکروبی دو نوع MTA (ساخت ایران و برزیل) در اپکسیفیکاسیون تک جلسه‌ای

دکتر مهدی تبریزی زاده[†]- دکتر هنگامه زندی^{**}- دکتر زاہد محمدی^{*}- دکتر عبدالرضا مولانا***

*استادیار گروه آموزشی اندودنتیکس دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید صدوqi بیزد

**استادیار گروه آموزشی پاتوبیولوژی دانشکده پزشکی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید صدوqi بیزد

***دانپزشک

Title: In vitro comparison of microbial microleakage of two types of MTA (Made in Iran and Brazil) used in single visit apexification

Authors: Tabrizizadeh M. Assistant Professor*, Zandi H. Assistant Professor**, Mohammadi Z. Assistant Professor*, Molana A. Dentist

Address: *Department of Endodontics, School of Dentistry, Yazd, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences

** Department of Pathobiology, School of Medicine, Yazd, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences

Background and Aim: Incomplete root development caused by trauma, caries, or pulpal pathosis requires special attention and treatment. Although calcium hydroxide apexification has been used successfully for years but it requires patient cooperation and multiple appointments. Single visit apexification with MTA has been used in recent years. The purpose of this study was to compare bacterial microleakage of two types of MTA (Made in Iran and Brazil) applied as apical barrier in open apex teeth.

Materials and Methods: 48 single root teeth were used in this experimental in vitro study. Teeth apices were prepared as open apex teeth. For canal obturation the 4mm of root end was filled with 2 types of MTA (white Iranian MTA salami co. Iran and Angelus MTA Angelus Brazil) from coronal access. Teeth were mounted in self-cured acryl and put in BHI microbial culture. A suspension of Staphylococcus epidermidis was injected from coronal area into the root canals. The teeth were incubated and examined every 24 hours for microbial microleakage, indicated as turbidity in culture. Data were analyzed using Fisher exact test with $p < 0.05$ as the level of significance.

Results: Microleakage appeared after 15 days in all Iranian and after 17 days in Angelus MTA samples. There was no significant difference between microleakage of two types of MTA ($P = 0.48$).

Conclusion: Based on the results of this study, there was no significant difference between microleakage of Iranian and Angelus MTA. If further studies confirm other physical, chemical, biological and sealing properties of Iranian MTA, it could be recommended for clinical application

Key Words: Microleakage; Apexification; Single visit; MTA

چکیده

زمینه و هدف: عدم تکامل ریشه ناشی از ترومما، پوسیدگی و یا دیگر ضایعات پالپی نیازمند توجه و درمان خاص می‌باشد. انجام اپکسیفیکاسیون با کلسیم هیدروکساید سالیان متمادی با نتایج خوبی همراه بوده است ولی این کار مستلزم همکاری بیمار و جلسات درمانی متعدد می‌باشد. اپکسیفیکاسیون تک جلسه‌ای با استفاده از MTA در سالیان اخیر مورد توجه قرار گرفته است. هدف از انجام این مطالعه مقایسه ریزنشت میکروبی دو نوع MTA (ساخت ایران و برزیل) هنگام کاربرد به عنوان سد اپیکالی در دندان‌های با آپکس باز بود.

روش بررسی: جهت انجام این مطالعه تجربی آزمایشگاهی، ۴۸ دندان تک کanal کشیده شده انسان تهیه گردید. ناحیه اپیکال دندان‌ها پس از آماده‌سازی مشابه دندان‌های با آپکس باز توسط دو نوع MTA (سفید ایرانی-سلامی-ایران و Angelus برزیل) به صورت سد اپیکالی به ضخامت ۴ میلی‌متر

[†] مؤلف مسؤول: نشانی: بیزد- صندوق پستی ۳۵۴-۸۹۱۷۵

تلفن: ۰۹۱۳۱۵۳۵۷۵-۰۹۱۵۲۳۷۷۷-۳۵۱۵۸۰. نشانی الکترونیک: Tabrizizadeh@yahoo.com

پرگردید. در مرحله بعد دندان‌ها توسط آکریل روی لوله‌های آزمایش حاوی محیط کشت میکروبی BHI نصب شدند، به طوریکه انتهای ریشه آنها در محیط کشت قرار گردید. محلول میکروبی *Staphylococcus epidermidis* از ناحیه کرونال در داخل کانال ریشه‌ها تزریق شد و دندان‌ها پس از قرار دادن در انکوباتور هر ۲۴ ساعت یک بار از لحاظ بروز علائم نشت میکروبی به صورت ایجاد کدورت در محیط کشت مورد بررسی قرار گرفتند. در نهایت نتایج بدست آمده توسط Fisher's exact test مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت و $p < 0.05$ به عنوان سطح معنی‌داری در نظر گرفته شد.

یافته‌ها: کلیه نمونه‌ها در گروه MTA ایرانی پس از ۱۵ روز و در گروه Angelus MTA پس از ۱۷ روز آثار نشست را نشان دادند. بین میزان ریز نشست در دو گروه، تفاوت آماری معنی‌داری وجود نداشت ($P = .48$).^(P)

نتیجه گیری: با توجه به عدم تفاوت بین ریزنشت MTA ایرانی و Angelus, درصورتی که دیگر خواص فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیک آن در مطالعات دیگر مورد تأیید قرار گیرد می توان نوع ایرانی را به عنلت سهولت دسترسی و قیمت مناسبتر، جهت کاربرد کلینیکی پیشنهاد نمود.

کلید واژه‌ها: رن نشت؛ ایکسیفیکاسیون؛ تک جلسه ای؛ MTA

وصوٰجٰ: ۲۷/۰۹/۸۶ تأیید جاپ: ۱۷/۰۱/۸۵ اصلاح نهایت:

مقدمة

PH این ماده ۱۲/۵ بوده، بنابراین محرک بسیار مناسبی برای ایجاد یک سد در ناحیه اپیکال دندان می‌باشد (۲). MTA به دو شکل MTA و (White Mineral Trioxide Aggregate) سفید MTA خاکستری (Gray Mineral Trioxide Aggregate) در دسترس می‌باشد (۳).

MTA از سال ۱۹۹۳ که به عنوان یک ماده پر کننده انتهای ریشه معرفی شد، مصارف گستردگی در زمینه هایی مانند ترمیم سوراخ شدگی های ریشه و فور کا و اپکسیفیکاسیون پیدا کرده است. ماده ای که برای این موارد استفاده می شود باید توانایی مهر و موم کردن پالپ دندان را در برابر عناصر میکروبی و شیمیایی دارا باشد. به علاوه چنین ماده ای باید سازگار با نسج (biocompatible) بوده و موجب واکنش های حساسیت بافتی نگردد. مطالعات متعدد in vivo و in vitro نشان داده است که MTA تمام این انتظارات را برآورده می کند. تحقیقات Wu و همکاران، Fogel و Andelin, Peikoff و همکاران, Al-Kahtani, Al-Hezaimi و همکاران و Braga و همکاران نشان دهنده توانائی ایجاد مهر و موم لبه ای مناسب توسط MTA می باشند (۴-۹). بررسی های انجام شده توسط MTA و Rosado موید حلalیت کم و دوام Fridland هستند (۱۰، ۱۱). MTA دارای سازگاری نسبجی بالاتی می باشد که مطالعات زیادی از قبیل مطالعات Ham و همکاران و Ribeiro و همکاران اثبات کرده اند (۱۲، ۱۳).

با توجه به اینکه اخیراً نوع ایرانی MTA به بازار عرضه شده است هدف از انجام این مطالعه مقایسه ریزنشت میکروبی دو نوع MTA

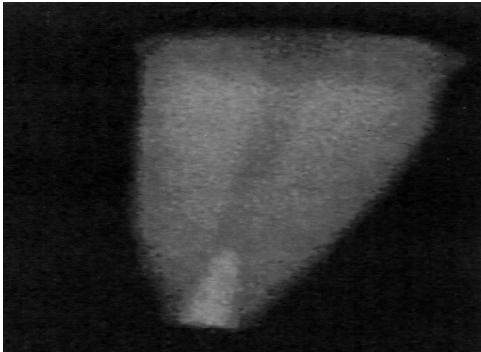
توقف رشد ریشه به دلیل ترومای بیماری پالپی باعث بروز مشکلاتی در انجام درمان‌های انودنتیک و ترمیمی می‌شود. در این موارد ساختار متباعد اپیکال، باعث دشواری مراحل پاکسازی و پر کردن کanal می‌گردد. انجام اپکسیفیکاسیون (apexification) با استفاده از هیدروکسید کلسیم به منظور ایجاد سد اپیکالی و اجتناب از جراحی، روش رایج مورد استفاده برای رفع این مشکل می‌باشد و لی علیرغم موفق بودن تکنیک اپکسیفیکاسیون با هیدروکسید کلسیم، این روش دارای مشکلاتی نیز می‌باشد، زیرا نیازمند همکاری بالای بیمار و پذیرفتن درمان توسط او و همچنین جلسات درمانی متعدد که ممکن است یک دوره طولانی مدت به طول انجامد، خواهد بود. علاوه بر این عدم اطمینان از بسته شدن اپکس، مشکلات اقتصادی، زیبایی و مستعد شدن تاج به ریزنیست و شکستگی طی درمان، نیز وجود دارد (۱).

یک راه جایگزین برای روش اپکسیفیکاسیون چند مرحله‌ای، استفاده از تکنیک یک مرحله‌ای جهت ایجاد سد اپیکالی می‌باشد. بدین ترتیب که ماده ای با خاصیت سازگاری بافتی در چند میلی‌متری انتهایی ریشه قرار گرفته و به عنوان سدی برای پر کردن گوتاپر کا بر روی آن انجام وظیفه می‌کند. مواد مختلفی از قبیل هیدروکسید کلسیم، تری کلسیم فسفات و MTA جهت استفاده به عنوان سد اپیکالی بیشنهاد شده‌اند.

قرار گرفتن در معرض رطوبت در عرض ۳ تا ۴ ساعت سخت می شود.

دندان‌های گروه دوم نیز به همین طریق با استفاده از MTA سفید خارجی (Angelus-Landrina-Brazil) آماده‌سازی شدند.

برای اطمینان از وجود ضخامت ۴ میلی‌متری MTA، پس از قرار دادن MTA، طول کanal با فایل به نحوی که ۸ میلی‌متر امکان ورود به داخل کanal داشته باشد، اندازه‌گیری گردید. ضخامت MTA و تراکم مناسب آن با تهیه رادیوگرافی از کلیه نمونه‌ها کنترل شد (شکل ۱). در نهایت تمامی نمونه‌ها به مدت ۷ روز در دمای ۳۷ درجه سانتی گراد و رطوبت ۱۰۰٪ نگهداری شدند.



شکل ۱- نمای رادیوگرافیک سد اپیکالی ۴ میلی‌متری MTA

در این مطالعه به عنوان گروه کنترل مثبت از ۴ کanal ریشه آماده‌سازی شده بدون پرکردگی MTA و جهت کنترل منفی از ۴ کanal ریشه با پرکردگی گوتاپر کا استفاده شد. سطح ریشه در گروه‌های ۱ و ۲ به جز ۲ میلی‌متر انتهایی توسط ۲ لایه لاک ناخن پوشانده شد. در گروه کنترل منفی تمام سطح ریشه و ناحیه سوراخ اپیکالی با دو لایه لاک ناخن پوشیده شد.

جهت بررسی نشت میکروبی ۴۸ عدد لوله آزمایش تهیه گردید. سپس با استفاده از آکریل فوری (شرکت آکرودپارس-ایران) از مدخل لوله‌ها، در حالیکه ریشه دندان از میان آکریل عبور کرده بود، قالب‌گیری شد. پس از سفت شدن آکریل، مجموعه آکریل و ریشه از لوله آزمایش خارج گردید.

پس از ساخت مدل‌ها، ۵ میلی‌متر محیط کشت میکروبی (Brain Heart Infusion Broth)BHI در لوله‌های آزمایش ریخته شد. سپس مجموعه آکریل و ریشه روی لوله آزمایش قرار داده شد به نحوی که چند میلی‌متر از انتهای ریشه داخل محیط کشت غوطه‌ور شود (شکل ۲). حد فاصل بین آکریل و لوله آزمایش جهت اطمینان از مهر و موم کامل، توسط چسب قطره‌ای پوشانده شد. در این مرحله

(ساخت ایران و بربیل) هنگام کاربرد به عنوان سد اپیکالی در دندان‌های با آپکس باز بود.

روش بررسی

در این تحقیق تجربی-آزمایشگاهی دو ماده پر کننده انتهای ریشه، MTA ساخت ایران و MTA ساخت بربیل (Angelus) مورد بررسی قرار گرفتند.

جهت انجام این مطالعه تعداد ۴۸ دندان تک ریشه کشیده شده انسان جمع آوری گردید. دندان‌ها پس از بررسی از لحاظ عدم وجود پوسیدگی و شکستگی روی سطح ریشه در محلول فرمالین ۱۰٪ غوطه ور شدند. دو میلی‌متر انتهایی ریشه‌ها به منظور حذف دلتای اپیکالی توسط فرز فیشور قطع شد. تاج و قسمت کرونالی ریشه نیز پس از اندازه‌گیری به نحوی که در نهایت ۱۲ میلی‌متر از طول ریشه باقی بماند، قطع گردید. این کار به منظور یکسان کردن طول ریشه‌ها انجام شد. در مرحله بعد کanal ریشه‌ها توسط پیزو ریمر (Mani-Japan) شماره ۲ تا طول کار کرد (۱۲ میلی‌متر) گشاد شد. به منظور ایجاد تبعید اپیکالی یک فایل چرخشی نیکل تیتانیوم شماره ۴۰ با تقارب ۰/۰۴ Flexmaster-VDW-Germany) تا کل طول برنده آن از انتهای ریشه وارد کanal شد. دندان‌ها در تمامی مراحل در محیط مرطوب قرار داشتند. جهت شستشوی کanal‌ها از سرم فیزیولوژی استفاده شد.

جهت قرار دادن MTA به عنوان سد اپیکال، دندان‌ها به دو گروه ۲۰ تایی تقسیم شدند. در گروه یک، MTA سفید ایرانی (کمپانی سلامی- تهران- ایران)، پس از آماده‌سازی طبق دستور العمل کارخانه، توسط آمالگام کریر در مدخل کanal قرار گرفت و سپس با استفاده از کندانسورهای مناسب به سمت اپیکال فشرده شد به نحوی که در نهایت سد اپیکال ۴ میلی‌متری از MTA در انتهای کanal تهیه شود. جهت شبیه‌سازی حالت کلینیکی و جلوگیری از خروج مواد از انتهای ریشه، نمونه‌ها از قبل در اسفنج مرطوب جایگذاری شده بودند. در هر یک از کanal‌ها پس از قرار دادن MTA به علت نیاز آن به آب برای سفت شدن، یک مخروط کاغذی مرطوب به نحوی که در تماس با MTA قرار گیرد گذاشته شد و نمونه‌ها توسط پنبه مرطوب پوشانده شدند.

یافته‌ها

طبق نتایج بدست آمده از این مطالعه پس از ۱۷ روز در تمامی لوله‌های آزمایش متعلق به گروه Angelus MTA و پس از ۱۵ روز در تمامی لوله‌های گروه MTA ایرانی آثار کدورت دیده شد که نشان دهنده وقوع نشت میکروبی بود. در هر دو گروه اولین آثار نشت بعد از ۴۸ ساعت دیده شد، بدین صورت که در گروه MTA پس از ۴۸ ساعت، ۱۱ نمونه (۰.۵۵٪) از محیط‌های کشت کدورت داشتند. در این مدت، ۱۳ مورد (۰.۶۵٪) از نمونه MTA ایرانی پس از ۴۸ ساعت در ۱۳ مورد دیده شد.

پس از ۵ روز تعداد ۱۱ عدد (۰.۵۵٪) نمونه‌های گروه Angelus MTA و تعداد ۱۴ عدد (۰.۷۰٪) MTA ایرانی نشت میکروبی داشتند. این درصد در روز دهم برای Angelus MTA ۱۶ عدد (۰.۸۰٪) و MTA ایرانی (۰.۸۰٪) و در روز پانزدهم به ترتیب ۱۸ عدد (۰.۹۰٪) و Fisher ۲۰ عدد (۰.۱۰٪) بود (جدول ۱). محاسبات آماری با استفاده از exact test تفاوت معنی‌داری بین میزان ریزنشت دو گروه نشان نداد ($P=0.48$).

هیچ یک از نمونه‌های گروه کنترل منفی در طی مدت آزمایش آثار نشت را نشان ندادند. در تمامی نمونه‌های کنترل مثبت پس از ۲۴ ساعت نشت میکروبی دیده شد. رنگ‌آمیزی گرم و برسی مورفولوژی کلونی‌ها عدم آلدگی میکروبی از محیط خارج را تأیید نمود.

بحث و نتیجه گیری

درمان دندان‌های نابالغ با آپکس باز از لحاظ انودنتیکس و ترمیمی همواره با مشکلاتی رو به رو بوده است. متباعد بودن ساختمان ریشه، پاکسازی کانال و کنترل طول ماده پر کننده را به طور تقریبی غیرممکن ساخته و درمان طولانی مدت با کلسیم هیدروکساید برای

جهت استریل نمودن نمونه‌ها، مجموعه لوله‌های آزمایش و آکریل و دندان در اتوکلاو قرار گرفتند.



شکل ۲- مجموعه ریشه و آکریل قرار گرفته در لوله حاوی محیط کشت

پس از بیرون آوردن نمونه‌ها از اتوکلاو، محلول میکروبی Staphylococcus epidermidis که از قبل تهیه شده بود، توسط سرنگ و سوزن استریل، داخل کانال‌ها قرار گرفت و نمونه‌ها داخل انکوباتور در دمای ۳۷ درجه سانتی گراد قرار داده شدند. محلول سوسپانسیون حاوی باکتری تازه، هر ۳ روز یک بار به کانال‌ها اضافه شد.

جهت بررسی نشت میکروبی، هر ۲۴ ساعت یکبار، نمونه‌ها از لحاظ ایجاد کدورت (turbidity) در محیط کشت مورد بررسی قرار گرفتند. وجود کدورت نشان دهنده نشت میکروب از سد اپیکال بود. جهت اطمینان از عدم آلدگی خارجی از محلول‌های کدر شده نمونه گرفته شد و پس از کشت دادن در پلیت‌های حاوی محیط کشت کلونی‌ها بوسیله مورفولوژی و کشت گرم شناسایی شدند. در نهایت نتایج بدست آمده با استفاده از آزمون blood agar Fisher's exact test به عنوان سطح معنی‌داری مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند.

جدول ۱- تعداد و درصد دندان‌های دارای ریزنشت در هر گروه

نتیجه آزمون	Angelus MTA	MTA ایرانی	روزها
$P=0.33$	(۰.۵۵٪) ۱۱	(۰.۷۰٪) ۱۴	۵-۱
$P=0.40*$	(۰.۲۵٪) ۵	(۰.۱۰٪) ۲	۱۰-۶
$P=0.66*$	(۰.۱۰٪) ۲	(۰.۲۰٪) ۴	۱۵-۱۱
$p=0.49*$	(۰.۱۰٪) ۲	(۰٪) ۰	۱۷-۱۶

*- مقدار در آزمون دقیق فیشر

به عنوان پایه ای برای اعمال نیروی تراکمی بیشتر در جلسه دوم عمل خواهد کرد، نتیجه بهتری نسبت به ضخامت ۲ میلی‌متری MTA در برنداشت که علت آن عدم چسبندگی احتمالی ماده جدید به سطح صاف ماده قبلی است (۷).

در مطالعه Hachmeister و همکاران ضخامت‌های ۱ و ۴ میلی‌متری MTA قرار گرفته به صورت orthograde با استفاده شده به صورت retrograde مقایسه گردید و طبق نتایج بدست آمده هر دو گروه orthograde پس از ۷۰ روز ۱۰۰٪ نشت نشان دادند در حالیکه ماده retrograde طی این مدت تنها در ۲۰٪ موارد نشت داشت (۱۴). در مطالعه ما نیز که هر دو نوع MTA با ضخامت ۴ میلی‌متر و به صورت orthograde استفاده شده بود، تمامی نمونه‌ها پس از ۱۷ روز آثار نشت میکروبی نشان دادند. با مقایسه نشت نمونه‌ها در روش orthograde و retrograde می‌توان نتیجه گرفت که نحوه قرار دادن MTA می‌تواند عامل مهمی در میزان نشت آن باشد، زیرا در روش materials و مواد پرکننده انتهای ریشه در مقابل یک سد فیزیکی مانند گوتاپرکا، فشرده می‌شوند که امکان متراکم کردن را مهیا می‌سازد ولی در روش orthograde تکنیک بکار رفته برای قرار دادن مواد حساسیت بیشتری دارد و امکان متراکم نمودن مواد به علت وجود مقاومت کم در محل آپکس باز محدود است.

علاوه بر نحوه قرار دادن ماده در داخل کanal، وجود ضخامت بیشتر ماده پرکننده نیز می‌تواند تا حدودی مهر و موم را بیشتر نماید. هرچند که بررسی Hachmeister و همکاران تفاوتی بین ضخامت ۱ و ۴ میلی‌متر را نشان نداده است (۱۴) ولی مطالعه Al-Kahtani و همکاران ضخامت‌های ۴ و ۵ میلی‌متر را به نحو معنی‌داری بهتر از ۲ میلی‌متر نشان داد (۷).

از طرفی هنگام افزایش ضخامت ماده پرکننده در کanal باید توجه داشت که با افزایش ضخامت ماده، فضای کمتری جهت قرار دادن post یا مواد مورد استفاده برای تقویت ساختمان دندان در دسترس خواهد بود که این مسئله در دندان‌های با آپکس باز که ریشه‌های کوتاه و نازک دارند، دارای اهمیت می‌باشد. بخصوص که این دندان‌ها به طور معمول دچار ترومما بوده و تاج کلینیکی خود را نیز از دست داده‌اند.

طبق نتایج بدست آمده از این مطالعه ریزنشت میکروبی MTA ایرانی و Angelus تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشت. مقایسه سرعت

رفع این مشکلات نیز دشواری‌های خاص خود را دارد.

استفاده از مواد مسدود کننده انتهای ریشه به منظور انجام درمان این دندان‌ها در یک جلسه طی سالیان اخیر مورد استقبال قرار گرفته است. یکی از نکات مطرح در هنگام کاربرد این مواد بررسی توانایی مهر و موم نمودن ناحیه انتهای ریشه می‌باشد. هر چند که باید توجه داشت نیاز به مهر و موم اپیکالی کامل در موارد اپکسیفیکاسیون تک جلسه‌ای مورد بحث و اختلاف نظر می‌باشد، زیرا در اپکسیفیکاسیون معمولی با استفاده از کلسیم هیدروکساید که با موفقیت ۹۰٪ نیز همراه می‌باشد، سد معدنی ایجاد شده حالت متخلخل داشته و مهر و موم کاملی ندارد. در هر صورت توانایی جلوگیری از ریزنشت می‌تواند به عنوان یک فاکتور مناسب برای اینکونه مواد در نظر گرفته شود (۷).

MTA با توانایی سازگاری نسبی بالا یکی از رایج‌ترین مواد مورد استفاده در اپکسیفیکاسیون تک جلسه‌ای می‌باشد که قبلاً توانایی مهر و موم نمودن آن در موارد سوراخ شدگی‌های ریشه و به عنوان ماده پرکننده انتهای ریشه در جراحی انودنتیک در تحقیقات مختلفی از قبیل مطالعه Wu و همکاران (۴) و مطالعه Peikoff و Fogel ثابت شده است (۵).

مسئله قابل توجه در مطالعات فوق این است که در تمامی موارد، MTA به صورت retrograde از ناحیه انتهای ریشه وارد کanal شده است ولی در مورد ریزنشت MTA هنگام کاربرد orthograde (قرار دادن از طریق تاج دندان) مطالعات کمی موجود می‌باشد. در این زمینه مطالعات Al-Kahtani و همکاران (۷) و Hachmeister و همکاران (۱۴) تا حدودی شبیه مطالعه ما بوده و در آنها نشت میکروبی ضخامت‌های مختلف MTA قرار گرفته به صورت orthograde، موردن بررسی قرار گرفته است. قابل ذکر است که MTA مورد استفاده در تمامی این مطالعات (Dentsply-USA)Pro-Root بوده است.

در مطالعه Al-Kahtani و همکاران ضخامت‌های ۲ و ۵ میلی‌متری MTA و همچنین روش دو مرحله‌ای قرار دادن آن (ضخامت ۲ میلی‌متر و اضافه کردن ۲ میلی‌متر دیگر پس از ۲۴ ساعت) با هم مقایسه شده‌اند که بر اساس نتایج بدست آمده از این مطالعه ضخامت ۵ میلی‌متری MTA به نحو معنی‌داری نشت کمتری داشته است. مسئله قابل توجه در بررسی Al-Kahtani و همکاران این بود که روش دو مرحله‌ای برخلاف انتظار که تصور می‌شد لایه اولی

مقدار مایع استفاده شده برای مخلوط کردن، نحوه مخلوط کردن، فشار مورد استفاده موقع متراکم کردن در کانال، رطوبت محیط و حرارت که خیلی قابل کنترل نیستند قرار گرفته و در نتیجه مطالعه تأثیرگذار باشد (۱۰، ۱۵).

با توجه به عدم وجود تفاوت بین ریز نشت MTA ایرانی و Angelus، در صورتیکه مطالعات بیشتر، دیگر خواص فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیک آن را مورد تایید قرار دهنده، می‌توان نوع ایرانی را به علت سهولت دسترسی و قیمت مناسب‌تر جهت کاربرد کلینیکی پیشنهاد نمود.

نشت میکروبی مواد مورد مطالعه در بررسی ما با تحقیقات Al-Kahtani و همکاران (۷) و Hachmeister و همکاران که از Pro-Root MTA استفاده نموده بودند نشان می‌دهد که در MTAهای مورد تحقیق، در تمامی نمونه‌ها نهایتاً پس از ۱۷ روز نشت میکروبی ایجاد شده بود ولی در Pro-Root MTA بعضی نمونه‌ها تا ۷۰ روز فاقد نشت بودند (۱۴). البته این مقایسه به علت تفاوت شرایط مطالعات چندان دقیق نمی‌باشد، زیرا عواملی از قبیل نحوه آماده‌سازی دندان‌ها، نوع میکروب مورد استفاده و قدرت تحرک آن می‌توانند نتایج را تحت تأثیر قرار دهنده. همچنین خواص MTA می‌توانند تحت تأثیر

منابع:

- 1- Cohen S, Burns RC. *Pathways of the Pulp*. 9th ed. Missouri: Mosby;2002; P:470- 465.
- 2- Sarkar NK, Caicedo R, Ritwik P, Moiseyeva R, Kawashima I. Physicochemical basis of the biologic properties of mineral trioxide aggregate. *J Endod*. 2005 Feb;31(2):97-100.
- 3- Asgary S, Parirokh M, Eghbal MJ, Brink F. Chemical differences between white and gray mineral trioxide aggregate. *J Endod*. 2005 Feb;31(2):101-3.
- 4- Wu MK, Kontakiotis EG, Wesselink PR. Long-term seal provided by some root-end filling materials. *J Endod*. 1998 Aug;24(8):557-60.
- 5- Fogel HM, Peikoff MD. Microleakage of root-end filling materials. *J Endod*. 2001 Jul;27(7):456-8.
- 6- Andelin WE, Browning DF, Hsu GH, Roland DD, Torabinejad M. Microleakage of resected MTA. *J Endod*. 2002 Aug;28(8):573-4.
- 7- Al-Kahtani A, Shostad S, Schifferle R, Bhamhani S. In-vitro evaluation of microleakage of an orthograde apical plug of mineral trioxide aggregate in permanent teeth with simulated immature apices. *J Endod*. 2005 Feb;31(2):117-9.
- 8- Al-Hezaimi K, Naghshbandi J, Oglesby S, Simon JH, Rotstein I, Rotstein I. Human saliva penetration of root canals obturated with two types of mineral trioxide aggregate cements. *J Endod*. 2005 Jun;31(6):453-6.
- 9- Xavier CB, Weismann R, de Oliveira MG, Demarco FF, Pozza DH. Root-end filling materials: apical microleakage and marginal adaptation. *J Endod*. 2005 Jul;31(7):539-42.
- 10- Fridland M, Rosado R. Mineral trioxide aggregate (MTA) solubility and porosity with different water-to-powder ratios. *J Endod*. 2003 Dec;29(12):814-7.
- 11- Fridland M, Rosado R. MTA solubility: a long term study. *J Endod*. 2005 May;31(5):376-9.
- 12- Ham KA, Witherspoon DE, Gutmann JL, Ravindranath S, Gait TC, Opperman LA. Preliminary evaluation of BMP-2 expression and histological characteristics during apexification with calcium hydroxide and mineral trioxide aggregate. *J Endod*. 2005 Apr;31(4):275-9.
- 13- Ribeiro DA, Duarte MA, Matsumoto MA, Marques ME, Salvadori DM. Biocompatibility in vitro tests of mineral trioxide aggregate and regular and white Portland cements. *J Endod*. 2005 Aug;31(8):605-7.
- 14- Hachmeister DR, Schindler WG, Walker WA 3rd, Thomas DD. The sealing ability and retention characteristics of mineral trioxide aggregate in a model of apexification. *J Endod*. 2002 May;28(5):386-90.
- 15- Aminoshariae A, Hartwell GR, Moon PC. Placement of mineral trioxide aggregate using two different techniques. *J Endod*. 2003 Oct;29(10):679-82.