

بررسی و مقایسه میزان ریزسختی دو نوع MTA سفید و خاکستری به دنبال آلودگی توسط خون

دکتر محمد سعید شیخ رضایی* - دکتر محمد حسین نکوفر** - دکتر کاوه علومی***[†]

*دانشیار گروه آموزشی اندودنتیکس، دانشکده دندانپزشکی و عضو مرکز تحقیقات دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی تهران

**استادیار گروه آموزشی اندودنتیکس، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی تهران، عضو گروه تحقیقات اندودنوتولوژی

دانشکده دندانپزشکی کاردیف انگلستان

***اندو دنتیست

Title: Comparative evaluation of the microhardness of White and Gray MTA after contamination with blood

Authors: Sheikhrezaie MS. Associate Professor*, Nekoofar MH. Assistant Professor*, Oloomi K. Endodontist

Address: * Department of Endodontics, School of Dentistry, Tehran University of Medical Sciences

Background and Aim: One of the unique properties of MTA is its setting ability in presence of moisture. The sealing ability of MTA used as a root-end filling was shown to be unaffected by the presence of blood, *in vitro*. It has been recommended that, because of MTA ability to set in the presence of blood, there is no need to dry the perforation site before MTA placement. On the other hand, based on an *in vitro* study, it is recommended that hemorrhage be controlled at the perforation site and blood be removed from the perforation walls before placement of tooth-colored MTA. Blood contamination may also affect the crystalline structure of MTA. The microhardness of a material is influenced substantially by some fundamental properties of the material such as crystal structure stability. Thus, it can be used as an indicator of the setting process. It can also indicate the effect of various setting conditions on the overall strength of a material. The aim of this study was to evaluate the effect of blood contamination on microhardness of white and gray MTA as an indicator of their setting process.

Materials and Methods: In groups 1 and 2 each material has been mixed with distilled water according to manufacturer's instruction (No contamination groups). In groups 3 and 4 samples were prepared like groups 1 and 2 but the surface of material placed in contact with blood (Surface blood contamination groups). Samples of groups 5 and 6 were mixed with blood instead of distilled water and also the surfaces of the materials were placed in contact with blood (Mixed with blood groups). All samples were stored in 37°C and 100% humidity for 96 hours. The microhardness of the samples was measured with Vickers test.

Results: White MTA samples which have not contaminated with blood had the highest microhardness (59.9 ± 11.4 N/mm²) while gray MTA mixed with blood had the lowest hardness (18.45 ± 7.8 N/mm²). One-way ANOVA test showed that contamination with blood significantly reduces the microhardness of both white and gray MTA ($p < 0.001$). The difference between white MTA and gray MTA was significant in groups of no contamination ($p < 0.001$), surface blood contamination ($p = 0.043$), and mixed with blood ($p < 0.001$) according to T-Test analysis. In all of them white MTA had higher hardness than gray MTA.

Conclusion: According to results of our study we recommend that hemorrhage should be controlled and any blood contamination should be removed before placement of both white and gray MTA.

Key Words: Blood contamination; Gray MTA; Microhardness; MTA

چکیده

زمینه و هدف: یکی از خصوصیات منحصر بفرد MTA سازگاری آن با محیط‌های مرطوب می‌باشد. گفته شده است که به عنوان قابلیت سخت شدن MTA در حضور خون نیازی به خشک کردن محل پروفوریشن قبل از قراردادن ماده نیست. در مقابل بیان شده است که آلودگی MTA با خون می‌تواند قابلیت سخت شدن ماده و به دنبال آن ایجاد مهر و موم کافی را تحت تأثیر قرار دهد. ضمن اینکه آلودگی توسط خون ممکن است بر روی نحوه شکل‌گیری کریستال‌های ماده نیز

+ مؤلف مسؤول: نشانی: تهران - خیابان انقلاب - خیابان قدس - دانشگاه علوم پزشکی تهران - دانشکده دندانپزشکی - گروه آموزشی اندودنتیکس
تلفن: ۰۶۰۹۲۲۱۳ نشانی الکترونیک: koloomi@yahoo.com

تأثیرگذار باشد. ریزسختی پک ماده نشان گرفرایند سخت شدن (setting) آن، شاخصی از استحکام و مقاومت کلی ماده در برابر تغییر شکل و نیز نشان دهنده پایداری ساختار کریستالین آن می‌باشد. با توجه به این نکات هدف از این مطالعه بررسی و مقایسه میزان ریزسختی MTA سفید و خاکستری به دنبال آلوودگی با خون می‌باشد.

روش بررسی: دو نوع ماده MTA سفید (W) و خاکستری (G) در سه گروه بدون آلوودگی (NC)، آلوودگی سطح ماده با خون (BC) و اختلاط ماده با خون (MB) قرار گرفتند. در گروه بدون آلوودگی مواد طبق دستور کارخانه سازنده آماده شدند. در گروه آلوودگی سطحی بعد از آماده‌سازی مواد طبق دستور کارخانه، سطح آنها به مدت ۴ روز در تماس با خون قرار گرفت. در گروه سوم مواد به جای اینکه با آب مقتدر آماده شوند با خون مخلوط شدند.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که بیشترین میزان ریزسختی مربوط به گروه WNC ($59/9 \pm 11/4$) و کمترین ریزسختی مربوط به گروه GMB ($18/45 \pm 7/8$) بود. در نهایت نتایج حاصل توسط آزمون آماری one-way ANOVA post hoc Tamhane و آزمون t-test تأییز شد. در بررسی تأثیر آلوودگی با خون بر روی ماده تفاوت بین سه گروه NC و MB در مورد هر دو نوع MTA سفید و خاکستری از نظر آماری معنی‌دار بود ($p < 0.001$). اختلاف دو نوع MTA سفید و خاکستری در گروه‌های بدون آلوودگی (WBC و GBC) از نظر آماری معنی‌دار بود ($p = 0.43$).

نتیجه‌گیری: در نهایت با توجه به نتایج این مطالعه استفاده از هر دو نوع MTA سفید و خاکستری بهتر است از آلوودگی ماده با خون جلوگیری شود.

کلید واژه‌ها: MTA سفید؛ MTA خاکستری؛ آلوودگی خون؛ ریزسختی

وصول: ۸۷/۰۵/۰۲ اصلاح نهایی: ۱۰/۱۲/۸۷ تأیید چاپ: ۱۵/۱۲/۸۷

مقدمه

حضور خون، نیازی به خشک کردن محل پروفوریشن قبل از قرار دادن ماده نیست^(۱). در مقابل بیان شده است که آلوودگی MTA با خون یا بزاق می‌تواند قابلیت سخت شدن ماده و به دنبال آن ایجاد سیل کافی MTA را تحت تأثیر قرار دهد. در یک مطالعه in vitro میزان ریزسخت MTA سفید در اثر آلوودگی با بزاق افزایش یافت، هر چند در همین مطالعه آلوودگی با خون تأثیر قابل ملاحظه‌ای بر ریز نشت ماده نداشت^(۲). مطالعه in vitro دریگری توصیه می‌کند که قبل از ترمیم ناحیه پروفوریشن خونریزی کنترل شود و خون موجود بر روی دیواره‌های ناحیه پروفوریشن قبل از قرار دادن MTA سفید حذف گردد^(۳).

یکی از خصوصیات موردنیاز برای مواد مورد استفاده چهت ترمیم پروفوریشن‌ها یا برای مواد پرکردگی انتهایی ریشه این است که تا حد امکان سخت باشد تا از دیواره‌های عاجی کنده نشود^(۴). گفته شده است که یکی از عوامل تأثیرگذار بر روی ریزسختی MTA (microhardness) MTA رطوبت محیط است^(۵). ریزسختی یک ماده تحت تأثیر خصوصیات مختلفی از آن قرار می‌گیرد که عبارتند از: modulus of elasticity، tensile strength، yield strength (MOE) و پایداری ساختار کریستالین ماده^(۶-۸). بنابراین ریزسختی، نشانه‌ای از فرایند setting ماده و نیز شاخصی از استحکام و مقاومت کلی ماده در برابر تغییر شکل می‌باشد^(۹). بعلاوه می‌تواند تأثیر شرایط setting مختلف را بر روی استحکام کلی ماده

MTA (Mineral Trioxide Aggregates) ماده ایست که در ابتدا به عنوان ماده پرکردگی انتهایی کانال معرفی شد. اما به مرور مورد توجه ویژه قرار گرفت بطوریکه امروزه مورد استفاده فراوانی در درمان‌های اندوتنیک دارد. یکی از خصوصیات منحصر بفرد MTA که قابلیت آن را جهت ترمیم پروفوریشن‌ها و نیز به عنوان ماده پرکردگی انتهایی ریشه افزایش داده است، سازگاری آن با محیط‌های مرطوب است. زمانیکه پودر MTA با آب مخلوط می‌شود یک ساختار ویژه از میکروکانال‌ها ایجاد می‌شود^(۱)، تداوم میکروکانال‌ها طی فرایند setting از بین می‌رود و در نهایت سمان سخت شده حاوی یکسری خلل و فرج و میکروکانال خواهد بود. نفوذ بهتر آب باعث هیدراسيون بهتر پودر و شکل‌گیری بهتر ساختار کریستالین ماده بصورت لایه‌های متقارن و مجموعه‌های سوزنی شکل دندانه‌دار می‌گردد^(۱). اختلافات MTA موجود در نحوه شکل‌گیری و محتوای کریستال‌های سطحی ممکن است توجیه کننده اختلافات پاسخ سلولی به این ماده باشد^(۲). آلوودگی توسط خون ممکن است بر روی نحوه شکل‌گیری و نمای میکروسکوپی کریستال‌های ماده تأثیرگذار باشد. در یک مطالعه آزمایشگاهی نشان داده شده است که قابلیت سیل MTA به عنوان ماده پرکردگی انتهایی ریشه تحت تأثیر حضور خون قرار نمی‌گیرد^(۳). همچنین پیشنهاد شده است که به علت قابلیت سخت شدن MTA در

مورد نیاز است که معادل ۱۳۳ + میلی لیتر آب مقطر خواهد بود. برای توزین پودر از ترازوی دیجیتالی (AND-GF3000) با دقت ۰/۰۱ گرم و برای برداشتن میزان مایع لازم از پیپت مدرج با دقت ۰/۰۰۱ میلی لیتر استفاده شد.

جهت دستیابی به یک ترکیب کاملاً هموژن و شرایط اختلالات یکسان برای تمام نمونه‌ها، عمل مخلوط کردن پودر و مایع توسط آمالگاماتور انجام گرفت. پودر آمالگام و جیوه از داخل کپسول‌های آمالگام خارج و کپسول بطور کامل تمیز می‌شد تا هیچگونه آلودگی در آن باقی نماند. قبل از آماده‌سازی هر نمونه پودر داخل کپسول ریخته می‌شد و سپس حجم مشخص آب مقطر (۱۳۳ + میلی لیتر) به آن اضافه به مدت ۳۰ ثانیه توسط آمالگاماتور با سرعت متوسط مخلوط می‌گردید.

مخلوط حاصل توسط قلم پانسمان به استوانه شیشه‌ای که بر روی سطح صاف و صیقلی یک اسلب شیشه‌ای قرار داشت منتقل و به مدت ۳۰ ثانیه تحت ارتعاش دستگاه اولتراسونیک قرار می‌گرفت. برای این منظور از دستگاه اولتراسونیک Spartan MTS (Obtura/Spartan; Missouri) با قدرت متوسط (۵ از ۱۰) استفاده شد. در نهایت بر روی ماده داخل استوانه پنبه مرطوب قرار گرفت و استوانه شیشه‌ای به داخل اپندروفی که در قسمت انتهایی آن پنبه مرطوب قرار داشت منتقل شد و روی آن نیز با پنبه مرطوب پوشانده شد (شکل ۱).



شکل ۱- قرار دادن پنبه مرطوب بر روی ماده داخل استوانه و انتقال به اپندروف

نحوه آماده‌سازی نمونه‌های گروه ۳ و ۴ مانند گروه ۱ و ۲ بود با

نشان دهد (۱۱).

با توجه به مطالب فوق و این مسأله که تاکنون مطالعه‌ای به بررسی و مقایسه ریزسختی MTA سفید و خاکستری در محیط آلوده با خون نپرداخته است در این تحقیق اثر آلودگی با خون بر روی این دو ماده بررسی و با هم مقایسه شده است.

روش بررسی

روش مورد استفاده در این مطالعه تلفیق و تغییر یافته‌ای از روش‌های مورد استفاده در مطالعات نکوفر و همکاران (۱)، ترابی‌نژاد و همکاران (۳)، Vander Weele و همکاران (۶) و همکاران (۷) می‌باشد.

در این مطالعه از استوانه‌های شیشه‌ای به عنوان قالب MTA استفاده گردید. به اینصورت که لوله‌های شیشه‌ای بوروسیلیکات (پیرکس) با قطر داخلی ۶ میلی‌متر و ضخامت ۱ میلی‌متر توسط اره الماسه شیشه‌گری به فواصل حدوداً ۲۵ میلی‌متر برش زده شد. سپس جهت موازی کردن سطوح مقطع فوقانی و تحتانی، حدود ۲ میلی‌متر از هر دو طرف استوانه‌ها با کمک دستگاه Milling Machine و استفاده از دیسک الماسی حذف شد و در نهایت هر استوانه از وسط برش داده شد. حاصل کار استوانه‌های شیشه‌ای با قطر داخلی ۶ میلی‌متر و ارتفاع نزدیک به ۱۰ میلی‌متر بود که سطوح مقطع آنها با هم موازی و کاملاً بر دیواره استوانه عمود بود.

استوانه‌ها به ۶ گروه تقسیم شدند و در هر گروه تعداد ۱۰ نمونه مورد بررسی قرار گرفت. در گروه ۱ و ۲ پودر MTA سفید و خاکستری (ProRoot MTA, Dentsply Tulsa Dental, Johnson City, TN, USA) طبق دستورالعمل کارخانه سازنده به نسبت ۳/۱ با آب مقطیر مخلوط شد تا یک ترکیب هموژن حاصل شود. ابتدا جهت تعیین میزان پودر لازم ۱ گرم MTA با آب مقطیر مخلوط شد و داخل یک استوانه پلاستیکی آماده که قطر داخلی آن ۸ میلی‌متر بود قرار داده شد، این مقدار MTA حجمی از ماده به ارتفاع ۶ میلی‌متر داشت. با توجه به اینکه قالب‌های شیشه‌ای تهییه شده قطر داخلی ۶ میلی‌متر داشت و ارتفاع ماده در هر قالب ۴ میلی‌متر در نظر گرفته شده بود، میزان ماده مورد نیاز برای هر نمونه بر اساس فرمول حجم استوانه ۴/۰ گرم محاسبه گردید. برای این مقدار پودر میزان ۱۳۳ + گرم مایع

برابر با آب مقطر استفاده شود. برای این منظور بعد از خون‌گیری از فرد داوطلب، مقدار ۱۳۰ +۰ میلی‌لیتر از آن توسط سرنگ انسولین جدا می‌شد و برای اختلاط با پودر به داخل کپسول آمالگام منتقل می‌شد، سایر مراحل مشابه گروه‌های ۳ و ۴ بود. هر دو ماده مورد بررسی بعد از مخلوط شدن با خون نسبت به زمان مخلوط شدن با آب مقطر ویسکوزیته بیشتری داشتند.

با توجه به توضیحات بالا آمده‌سازی نمونه‌ها بطور خلاصه به

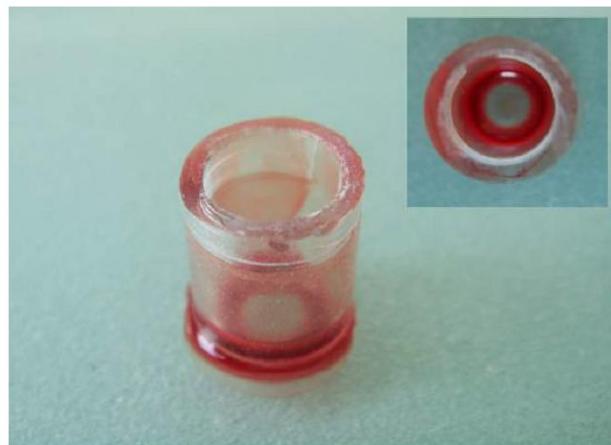
صورت زیر بود:

گروه‌های ۱ و ۲: آمده‌سازی ماده طبق دستور کارخانه سازنده (گروه کنترل)

گروه‌های ۳ و ۴: آمده‌سازی ماده طبق دستور کارخانه سازنده + آلودگی جداره استوانه‌ها با خون + تماس سطح تحتانی ماده با خون
گروه‌های ۵ و ۶: مخلوط نمودن ماده مطالعه با خون + آلودگی جداره استوانه‌ها با خون + تماس سطح تحتانی ماده با خون
کلیه نمونه‌ها به مدت ۹۶ ساعت در دستگاه Incubator و دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. بعد از خارج شدن از Incubator سطح مواد در تمامی نمونه‌ها توسط آب مقطر شستشو داده شد تا آلودگی سطحی حذف شود. سپس کلیه نمونه‌ها کد گذاری شدند تا فردی که بررسی میزان ریزسختی مواد را بر عهده داشت از اینکه هر نمونه به کدام گروه تعلق دارد بی‌اطلاع باشد. در ادامه سطح نمونه‌ها به ترتیب توسط کاغذ سیلیکون کارباید به شماره‌های ۶۰۰ و ۱۲۰۰ (grit) پالیش شد و سپس نمونه‌های پالیش شده توسط دستگاه Mitutoyo MVR G1 (Tokto-Japon) تحت آزمایش سنجش میزان ریزسختی Vickers قرار گرفتند.

برای تعیین مناسبترین نیرو چهت سنجش ریزسختی بر روی یک نمونه pilot نیروی حداقل ۱۰ گرم به مدت ۱۰ ثانیه اعمال شد، این نیروی ۱۰ گرمی عملاً تأثیر قابل مشاهده‌ای بر سطح ماده نداشت لذا مقدار نیرو با فواصل ۵۰ گرمی تا ۵۰۰ گرم افزایش یافت. نیروی ۵۰۰ گرمی خواناترین اثر را ایجاد کرد بنابراین برای نمونه‌های اصلی از نیروی ۵۰۰ گرم به مدت ۱۰ ثانیه استفاده گردید. بر این اساس نحوه اندازه‌گیری ریزسختی بدین ترتیب بود که یک سننه فرورونده الماسی (Indenter) به شکل هرم مربع القاعده با زاویه رأس ۱۳۶ درجه نیرویی معادل ۵۰۰ گرم را به مدت ۱۰ ثانیه بر سطح ماده اعمال

این تفاوت که قبل از قرار دادن مواد، دیواره داخلی استوانه با خون فرد داوطلب آلوده شده و سطح ماده نیز در تماس با خون قرار می‌گرفت (اشکال ۳، ۲). برای آلوده کردن جداره استوانه با خون، ابتدا استوانه با خون پر می‌شد و سپس خون اضافه آسپیره می‌شد تا تنها دیواره استوانه آلوده باقی بماند. تمامی افراد داوطلبانه در این مطالعه شرکت کردند و قبل از اقدام برای خون‌گیری فرم رضایت‌نامه توسط آنها تکمیل و امضا شد.



شکل ۲-آلودگی جداره استوانه با خون



شکل ۳-قرار گیری سطح نمونه‌ها در تماس با خون

نحوه آمده‌سازی گروه‌های ۵ و ۶ مانند گروه‌های ۳ و ۴ بود با این تفاوت که مواد مورد مطالعه به جای مخلوط شدن با مایع پیشنهادی کارخانه با خون مخلوط شدند. با توجه به اینکه استانداردی در مورد مخلوط کردن این مواد با خون وجود ندارد و اینکه وزن مخصوص خون افراد مختلف متفاوت خواهد بود، تصمیم بر این شد که از حجم

انجام گرفت. ضمن اینکه مراحل آزمایش و تعیین میزان ریزسختی نمونه‌ها توسط فرد دیگری که از نحوه آماده‌سازی نمونه‌ها بی‌اطلاع بود انجام شد.

در این مرحله نتایج بدست آمده با استفاده از نرم‌افزار SPSS 16 مورد آنالیز قرار گرفت. جهت بررسی اثر آلودگی خون بر روی هر یک از مواد از آزمون آماری one-way ANOVA استفاده شد و با توجه به معنی‌دار بودن اختلاف واریانس‌ها (MTA سفید: $p=0.015$ و MTA خاکستری: $p=0.003$) از post hoc Tamhane استفاده گردید. به منظور مقایسه دو نوع MTA سفید و خاکستری در گروههای بدون آلودگی و آلودگی سطحی با خون از آزمون آماری t-test استفاده شد.

یافته‌ها

در این قسمت برای راحتی خواننده گروههای مورد آزمایش به جای شماره با عبارات مخفف مشخص می‌شوند. حرف اول مربوط به ماده مورد بررسی خواهد بود: MTA W= سفید (White) و MTA G= خاکستری (Gray). حروف بعدی نشان دهنده نوع آلودگی می‌باشد: گروه بدون آلودگی (No Contamination) NC، گروهی (Blood Contamination) BC که سطح ماده در تماس با خون بود؛ MB و گروهی که به جای آب مقطراً با خون مخلوط شده بود؛ (Mixed with Blood). بر این اساس گروههای مورد مطالعه عبارتند از: WNC، GNC، WBC، GBC، WMB، GMB از: WNC=۴۵/۹±۷/۵، GNC=۴۵/۹±۱۱/۴، WBC=۳۰/۷±۹/۲، WMB=۳۶/۵±۹/۱، GBC=۲۷/۹±۹/۲ و GMB=۱۸/۴±۷/۸ (جدول ۱).

می‌کرد که موجب ایجاد یک فرورفتگی در سطح آن می‌شد (شکل ۴).



شکل ۴- اثر سنبه فروروتده (Indenter) بر سطح ماده

این عمل در ۱۰ نقطه از سطح هر نمونه انجام شد. در زیر دستگاه هر اثر فرورفتگی به شکل یک مربع تیره دیده می‌شود که با مشخص کردن رئوس این مربع، میزان ریزسختی توسط دستگاه و با استفاده از فرمول زیر محاسبه خواهد شد:

$$\begin{aligned} HV &= 0.102 \times (F/A) \{ A = d^2 / [2 \times \sin(126/2)] \} \\ &\Rightarrow HV = 0.1891 \times (F/d^2) \end{aligned}$$

متغیرهای این فرمول عبارتند از:

F = نیرو بر حسب نیوتون

$Vickers$ = ضریب 0.1891

d = میانگین دو قطر

A = سطح تحت فشار بر حسب میلی متر مربع

بعد از تعیین عدد سختی در هریک از فرورفتگی‌ها، میانگین ۱۰ عدد حاصل میزان ریزسختی Vickers را در نمونه مورد نظر مشخص کرد. تمامی مراحل آماده‌سازی نمونه‌ها توسط یک فرد آموزش دیده

جدول ۱- حداقل، حداقل، میانگین و انحراف معیار میزان ریزسختی در گروههای مورد مطالعه

SD	Mean	Max	Min	گروه
۱۱/۴۳۵۱۷	۵۹/۹۱۴۹	۹۱/۶۰	۲۹/۹۰	WNC
۱۰/۶۴۵۸۹	۳۰/۷۷۸۰	۴۹/۷۰	۱۱/۹۰	WBC
۹/۱۹۷۴۴	۳۶/۵۱۶۷	۵۴/۳۰	۱۰/۵۰	WMB
۷/۵۶+۴۵	۴۵/۹۷۹۴۳	۶۱/۶۰	۶/۵۱	GNC
۹/۲۴۷+۵	۲۷/۹۱۲۰	۴۹/۷۰	۱۰/۵۰	GBC
۷/۸۴۹۳۶	۱۸/۴۵۱۶	۴۹/۸۰	۲/۱۰	GMB

شدن. نویسنده‌گان این مطالعه بر این عقیده هستند که اگرچه رطوبت پتانسیل تأثیرگذاری بر روی خواص فیزیکی و قابلیت سیل مواد ترمیم را دارد، حضور یا عدم حضور خون توئنایی سیل MTA را تحت تأثیر قرار نمی‌دهد.

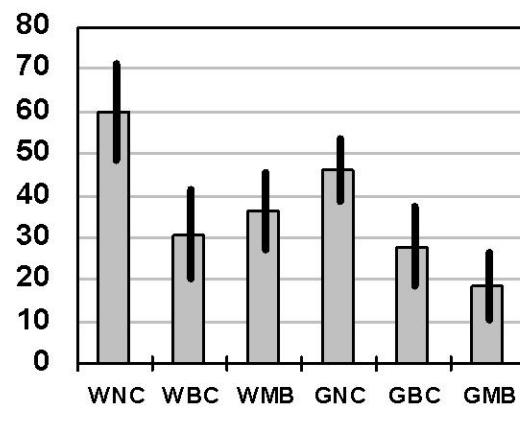
Montellano و همکاران (۱۲) نیز در مطالعه‌ای مشابه بر روی دندان‌های کشیده شده به این نتیجه رسیدند که آلوودگی با خون تأثیر قابل ملاحظه‌ای بر قابلیت سیل MTA سفید ندارد. این در حالیست که آلوودگی با بزرگ ریزنشست باکتریال ماده را افزایش داد.

Vander Weele و همکاران (۶) در مطالعه‌ای آزمایشگاهی شرایط ترمیم پروفوریشن را بازسازی کردند و علاوه بر استفاده از مایعات مختلف برای آماده‌سازی MTA سفید تأثیر آلوودگی خون را بر روی گیر ماده بعد از ۲۴ ساعت، ۷۷ ساعت و ۷ روز بررسی کردند. بعد از ۷ روز تمام نمونه‌های آلوود به خون گیر کمتری نسبت به نمونه‌های بدون آلوودگی داشتند. نویسنده‌گان توصیه می‌کنند که قبل از ترمیم پروفوریشن با MTA سفید خونریزی کنترل و خون اضافه از محل تخلیه شود. در مطالعه حاضر نیز تفاوت بین گروه‌های بدون آلوودگی و گروه‌هایی که با خون آلوود شده بودند برای هر دو نوع MTA سفید و خاکستری از نظر آماری معنی دار بود.

توجه به این نکته ضروریست که هر یک از این مطالعات شاخص جدایانه‌ای را برای بررسی تأثیر خون بر روی MTA مورد توجه قرار داده‌اند بنابراین با توجه به تفاوت این شاخص‌ها مقایسه مستقیم نتایج امکان‌پذیر نیست، اما می‌توان نتایج این مطالعات را در کنار هم مورد بحث و بررسی قرار داد.

Montellano و همکاران (۳) و همچنین Montellano و همکاران (۱۲) ریزنشست MTA را بررسی کرده‌اند درحالیکه مطالعه حاضر و مطالعه Vander Weele و همکاران (۶) خصوصیات فیزیکی ماده را مورد توجه قرار داده است. این امکان وجود دارد که MTA با وجود داشتن خصوصیات فیزیکی ضعیفتر همچنان سیل قابل قبولی داشته باشد لکن به نظر می‌رسد که بررسی امکان حفظ این سیل به مدت طولانی با وجود خصوصیات فیزیکی ضعیف، نیازمند مطالعات طولانی‌تر می‌باشد. ضمن اینکه اعتبار مطالعات ریزنشست دای به دلایل مختلف از جمله عدم شباهت با شرایط کلینیکی زیر سوال است (۱۳، ۱۴).

بدین ترتیب بیشترین میزان ریزسختی مربوط به گروه WNC و کمترین میزان مربوط به گروه GMB بود (نمودار ۱). در بررسی تأثیر آلوودگی با خون بر روی ماده، تفاوت بین سه گروه NC، BC و MB در مورد هر دو نوع MTA سفید و خاکستری از نظر آماری معنی دار بود ($p < 0.001$).



نمودار ۱- میانگین و اتحراف معیار میزان ریزسختی در گروه‌های مورد مطالعه

از جهت مقایسه مواد مختلف با هم، در مواردی که مواد به جای آب مقطور با خون مخلوط شده بودند (GMB، WMB) تفاوت بین دو نوع ماده از نظر آماری معنی دار بود ($p < 0.001$). اختلاف دو نوع MTA سفید و خاکستری در گروه‌های بدون آلوودگی (WNC و GNC) ($p < 0.001$) و در گروه‌های آلوودگی سطحی با خون (GBC و WBC) نیز از نظر آماری معنی دار بود ($p = 0.043$).

بحث و نتیجه گیری

با وجود انجام مطالعات فراوان بر روی MTA مطالعاتی که تأثیر آلوودگی خون را بر روی این ماده بررسی کرده‌اند، اندک هستند. ضمن اینکه مطالعاتی که دو نوع MTA سفید و خاکستری را با هم مقایسه کرده باشند نیز محدود است.

Trabbi Nژad و همکاران (۳) میزان ریزنشست آمالگام، IRM، MTA و super-EBA خاکستری را به دنبال آلوودگی با خون بررسی کردند. در این مطالعه که بر روی دندان‌های کشیده شده انجام گرفت در انتهای ریشه حفرات یکسان تهیه و قبل از قرار دادن ماده با خون پر

بعد از آماده‌سازی با آب مقطر در تماس با مقدار قابل توجه خون قرار گرفتند که باعث کاهش قابل ملاحظه ویسکوزیته ماده شد، بطوریکه عملاً امکان کاربرد ماده وجود نداشت و MTA قوام مشابه سیلر پیدا کرد.

با در نظر داشتن مطالب فوق گروهی از نمونه‌ها به جای آب مقطر با همان حجم خون مخلوط شدن‌تا در صورت دستیابی به نتایج قابل قبول، در شرایط کلینیکی که امکان حذف خون از محل نیازمند ترمیم وجود ندارد، از پودر خشک MTA در مجاورت خون استفاده شود. اما همانطور که ذکر شد میزان ریزسختی این گروه بطور معنی‌داری پایین بود؛ بنابراین توصیه اولیه هنگام استفاده از این دو ماده جلوگیری از الوده شدن آنها با خون است.

از طرفی در مطالعه حاضر میزان ریزسختی MTA سفید به دنبال مخلوط شدن با خون به طور معنی‌داری بیشتر از زمانی بود که سطح ماده در تماس با خون قرار گرفت. در مورد MTA خاکستری شرایط بر عکس بود. بر این اساس در شرایطی که امکان کنترل خونریزی و حذف خون از محل وجود ندارد، استفاده از پودر خشک MTA سفید می‌تواند مدنظر قرار گیرد.

در اینجا توجه به دو نکته ضروری به نظر می‌رسد. اول اینکه هرچند میزان ریزسختی MTA خاکستری به دنبال مخلوط شدن با خون کمتر از شرایطی است که سطح ماده در تماس با خون بوده است، لکن همان گونه که ذکر شد اگر این ماده با آب مقطر مخلوط شود و سپس حجم قابل توجهی خون وارد ترکیب آن شود، خواص آن به طور کاملاً آشکار تحت تأثیر قرار می‌گیرد. لذا در موقع عدم امکان حذف خون از محل که MTA سفید در دسترس نیست، بکارگیری پودر خشک MTA خاکستری همچنان منطقی به نظر می‌رسد، هرچند از نظر آماری قابل دفاع نیست.

نکته دوم توجه به مفهوم معنی‌دار بودن از نظر آماری و معنی‌دار بودن از نظر کلینیکی است. همان گونه که در قسمت نتایج ذکر شد میانگین و انحراف معیار میزان ریزسختی در گروه‌های WBC و GBC به ترتیب $6 \pm 10/6$ و $30/7 \pm 36/5$ و $9/1$ و برای گروه‌های WMB و GMB به ترتیب $18/4 \pm 7/8$ و $27/9 \pm 9/2$ بود. بر این اساس اختلاف میانگین دو گروه، برای MTA سفید (N/mm^2) و برای MTA خاکستری (N/mm^2) $9/5$ بود. این در حالیست که میزان

با توجه به مشکلات مربوط به استفاده از خون کامل از نظر انقاد و نیز مشکلات مرتبط با خون‌گیری از افراد مختلف، در این مطالعه تعداد ۱۰ نمونه از هر یک از مواد مورد بررسی در مجاورت آلودگی با سرم خون قرار گرفتند. با این هدف که در صورت تشابه نتایج حاصل در نمونه‌های آلوده به خون کامل با نمونه‌های آلوده به سرم خون، در مطالعات بعدی از سرم خون به جای خون کامل استفاده گردد. در مطالعه pilot سرم مورد نیاز از طریق سانتریفیوژ خون تازه فرد داوطلب تهیه شد، در حالیکه در مطالعه اصلی به جهت نیاز به حجم بیشتر سرم، از بسته‌های سرم سازمان انتقال خون استفاده شد. نکته جالب توجه، عدم سخت شدن نمونه‌های این گروه بود که موجب شد امکان مقایسه و گزارش نتایج وجود نداشته باشد. بعد از انجام بررسی‌های لازم مشخص شد که هرچند در سازمان انتقال خون به بسته‌های سرم، ماده نگهدارنده خاصی اضافه نمی‌شود ولی بسته‌های خون اولیه که به منظور تهیه سرم خون استفاده می‌شوند، حاوی مواد ضد انقاد هستند. این مواد عبارتند از: سیترات، فسفات، آدنین و دکستروز. بر این اساس احتمالاً مقداری از این مواد در بسته‌های سرم خون نیز داخل شده‌اند و فرایند setting مواد را تحت تأثیر قرار داده‌اند. بنابراین امکان استفاده از بسته‌های سرم خون سازمان انتقال خون جهت انجام مطالعات مشابه وجود ندارد و استفاده از روش سانتریفیوژ خون تازه جهت تهیه سرم خون توصیه می‌گردد.

مطالعات مختلفی از مایعات مختلف جهت آماده‌سازی MTA استفاده کرده‌اند. طبق مطالعه Vander Weele و همکاران (۶) استفاده از لیدوکایین و سالین در شرایط بدون آلودگی خون به میزان استفاده از آب استریل قابل قبول بود. در مقابل محلول کلرید کلسیم $2\% / ۵\%$ لوبریکنت‌های دارای بیس آب و ژل هیبوکلریت سدیم هرچند زمان سخت شدن MTA را کم کرده‌اما استحکام فشاری آن را نیز به میزان قابل توجهی پایین آورده (۱۵). آماده شده با ژل کلره‌گزیدین نیز سخت نمی‌شود (۱۶).

Fridland و همکاران (۱۷) گزارش کرده‌اند که مخلوط MTA در حضور مایع زیاد قوام خود را از دست می‌دهد، همچنین زمان سخت شدن طولانی MTA موجب شل شدن اولیه آن در حضور مایعات می‌شود (۱۸).

در مطالعه حاضر به طور آزمایشی و به عنوان pilot تعدادی نمونه

۴ میلی‌متر ذکر شده است (۷). در این مطالعه از ضخامت ۴ میلی‌متر استفاده شد و میزان ماده‌ای که برای ایجاد این ضخامت لازم بود به طور دقیق محاسبه گردید که برای تمام نمونه‌ها یکسان بود.

با توجه به این مطالب شاید تنها عاملی که در مطالعه حاضر می‌تواند تفاوت دو نوع MTA سفید و خاکستری را باعث شده باشد، اندازه ذرات ماده است. در صورت وجود ذرات با اندازه یکسان، با کاهش اندازه grit در هنگام ساییدن سطح یک سمان، میزان استحکام مکانیکی افزایش می‌یابد که این اثر در مورد MTA نیز قابل مشاهده است (۷). در مطالعه ما تمام نمونه‌ها به طور یکسان و به ترتیب با دیسک‌های سیلیکون کارباید grit ۱۲۰۰ و grit ۶۰۰ پالیش شدند.

بنابراین به نظر می‌رسد که تفاوت اندازه ذرات دو ماده اهمیت ویژه‌ای

در اثرگذاری بر روی خواص مکانیکی آنها داشته است.

همانطور که ذکر شد اندازه ذرات MTA سفید کوچکتر از نوع خاکستری است (۱۹) که می‌تواند توجیه کننده ریزسختی بالاتر نوع سفید باشد. این یافته با مطالعه Danesh و همکاران (۷) که در آن MTA سفید سختی بالاتری نسبت به سمان پرتلند داشت، همخوانی دارد. اندازه ذرات سمان پرتلند بزرگ‌تر از MTA سفید است (۲۱).

در مطالعه حاضر نشان داده شد که آلوگی توسط خون می‌تواند به شکل قابل توجهی میزان ریزسختی MTA سفید و خاکستری را کاهش دهد. بنابراین توصیه می‌شود در موارد کاربرد این دو ماده تا حد امکان از آلوگی محیط کار با خون جلوگیری شود و در صورت بروز هر گونه آلوگی در جهت حذف کامل آن اقدام شود. در مواردی که امکان کنترل کامل خونریزی و حذف خون از محیط کار وجود ندارد، می‌توان استفاده از پودر خشک MTA سفید را مدنظر قرار داد.

ریزسختی این دو ماده در شرایط ایده‌آل برای MTA سفید نزدیک به (N/mm^2) ۴۶ و برای MTA خاکستری نزدیک به (N/mm^2) ۴۶ بوده است. با توجه به این نکات هرچند اختلاف این گروه‌ها با استفاده از آزمون آماری معنی‌دار بوده است، اما اهمیت آن از نظر کلینیکی قابل تأمل است. در زمینه مقایسه دو نوع MTA سفید و خاکستری مطالعات محدودی موجود است. مطالعات نشان داده‌اند که تفاوت عمدی این دو ماده میزان کمتر اکسیدهای آلمینیوم، منیزیم و آهن در نوع سفید است (۱۵). در ضمن MTA سفید در کل نسبت به نوع خاکستری ذرات کوچکتری دارد (۱۹). اما تا به حال مطالعه‌ای میزان سختی این دو ماده و اثر آلوگی با خون را بر آن مقایسه نکرده است.

در این مطالعه میزان سختی MTA سفید در شرایط یکسان بیشتر از نوع خاکستری بود. بر اساس نتایج حاصل میزان ریزسختی MTA سفید در هر سه گروه مورد بررسی (BC و NC و MB) به طور قابل ملاحظه‌ای بالاتر از MTA خاکستری بود. سختی MTA به اندازه ذرات سمان نسبت پودر و مایع، دما و رطوبت و میزان هوای محبوس شده در مخلوط ولبسته است (۱۸). در مطالعه حاضر نسبت پودر و مایع در مورد تمام نمونه‌ها بطور دقیق اندازه‌گیری شد. دما و رطوبت نگهداری مواد نیز برای تمام نمونه‌ها یکسان بود. ضمن اینکه نحوه آماده‌سازی مواد نیز کاملاً یکسان بود.

Matt و همکاران (۲۰) گزارش کرده‌اند که ضخامت ۵ میلی‌متر MTA سختی بیشتری نسبت به ضخامت ۲ میلی‌متر از ماده دارد. Danesh و همکاران (۷) جهت بازسازی شرایط کلینیکی از ضخامت ۵ میلی‌متر استفاده کردند. این در حالیست که حداقل ضخامت توصیه شده برای جراحی پری اپیکال ۳ میلی‌متر و برای apexification

منابع:

- 1- Nekoofar MH, Adusei G, Sheikh Rezaiee MS, Hayes SJ, Bryant S. The effect of condensation pressure on selected physical properties of mineral trioxide aggregate. *Int Endod J* 2007; 40: 453-61.
- 2- Bozeman TB, Lemon RR, Eleazer PD. Elemental analysis of crystal precipitate from grey and white MTA. *J Endod* 2006; 32: 425-8.
- 3- Torabinejad M, Higa RK, McKendry DJ, Pitt Ford TR. Dye leakage of four root end filling materials : Effect of blood contamination. *J Endod* 1994; 20: 159-63.
- 4- Arens DE, Torabinejad M. Repair of furcal perforations with mineral trioxide aggregate : two case reports. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1994; 86: 84-8.
- 5- Montellano AM, Schwartz SA, Beeson TJ. Contamination of tooth-colored mineral trioxide aggregate used as a root-end filling material : *J Endod* 2006; 32: 452-5.
- 6- Vander Weele RA, Schwartz SA, Beeson TJ. Effect of blood contamination on retention characteristics of MTA when mixed with different liquids. *J Endod* 2006; 32: 421-4.
- 7- Danesh G, Damaschke T, Gerth HUV, Zandbiglari T, Schafer E. A comparative study of selected properties of ProRoot mineral trioxide aggregate and two Portland cements. *Int Endod J* 2006; 39: 213-9.
- 8- Namazikhah MS, Nekoofar MH, Sheykh rezaie MS,

- Salariyeh S, Hayes SJ, Bryant ST, Mohammadi MM, Dummer PMH. The effect of pH on surface hardness and microstructure of mineral trioxide aggregate. *Int Endod J* 2008; 41: 108-16.
- 9-** Bentz DP. Cement hydration: building bridges and dams at the microstructure level. *Materials and Structures* 2007; 40: 397-404.
- 10-** Gilman JJ. Chemical and physical "hardness". *Materials Research Innovations* 1997; 1: 71-6.
11. Blake A. *Handbook of Mechanics, Materials, and Structures*. 1st ed. NewYork: Wiley-IEEE, 1985.
- 12-** Montellano AM, Schwartz SA, Thomas J. Contamination of tooth-colored mineral trioxide aggregate used as a root-end filling material: A bacterial leakage study. *J Endod* 2006; 32: 452-5.
- 13-** Goldman M, Simmonds S, Rush R. The usefulness of dye penetration studies re-examined. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1989; 67: 327-32.
- 14-** Spandberg LS, Acierno TG, Yongbum CB. Influence of entrapped air on accuracy of leakage studies using dye penetration methods. *J Endod* 1989; 15: 548-51.
- 15-** Robertsa HW, Tothb JM, Berzinse DW, Charlton DG. Mineral trioxide aggregate material use in endodontic treatment: A review of the literature. *Dent Mat* 2008; 24: 149-64.
- 16-** Kogan P, He J, Glickman GN, Watanabe I. The effect of various additives on setting properties of MTA. *J Endod* 2006; 32: 569-72.
- 17-** Fridland M, Rosado R. Mineral trioxide aggregate (MTA) solubility and porosity with different water-to-powder ratio. *J Endod* 2003; 19: 814-7.
- 18-** Lee ES. A new mineral trioxide aggregate root-end filling technique. *J Endod* 2000; 26: 764-5.
- 19-** Duarte MAH, de Oliveria Demarchi ACC, Yamashita JC, Kuga MC, de Campos Fraga S. pH and calcium ion release of two root-end filling materials. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2003; 95: 345-7.
- 20-** Matt GD, Thorpe JR, Strother JM, McClanahan SB. Comparative study of white and gray mineral trioxide aggregate (MTA) simulating a one – or two – step apical barrier technique. *J Endod* 2004; 30: 876-9.
- 21-** Komabayashi T, Spangberg LSW. Comparative analysis of the particle size and shape of commercially available mineral trioxide aggregates and Portland cement: a study with a flow particle image analyzer. *J Endod* 2008; 34: 94-8.