

مینرال تری اکسید اگریگیت (ویژگی ها و کاربردهای بالینی) (MTA)

مترجمین:

دکتر عباسعلی خادمی

استاد گروه اندودنتیکس دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی اصفهان

دکتر ندا شکرچی زاده

استادیار گروه اندودنتیکس دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی اصفهان

ویراستار:

دکتر مرزده کلانتر معتمدی

مدرس دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی

عنوان و نام پدیدآور	مینرال تری اکسید اگریگیت: (ویژگی‌ها و کاربردهای بالینی) / [ویراستار محمود ترابی نژاد]؛ مترجمین عباسعلی خادمی، ندا شکرچی زاده؛ ویراستار مژده کلانتر معتمدی.
مشخصات نشر	تهران: شایان نمودار، ۱۳۹۶.
مشخصات ظاهری	۲۸۸ص؛ ۲۲ × ۲۹ س.م.
شابک	۹۷۸-۹۶۴-۲۳۷-۳۱۲-۳
وضعیت فهرست نویسی	فیبا
یادداشت	عنوان اصلی: Mineral trioxide aggregate : properties and clinical applications, ۲۰۱۴.
موضوع	روت کانال درمانی
موضوع	Root canal therapy
موضوع	ترکیب‌های آلومینیم
موضوع	Aluminum compounds
موضوع	مواد زیست پزشکی
موضوع	Biomedical materials
موضوع	ترکیب‌های کلسیم
موضوع	Calcium compounds
شناسه افزوده	ترابی نژاد، محمود، ۱۳۲۵ - ویراستار
شناسه افزوده	Torabinejad, Mahmoud
شناسه افزوده	خادمی، عباسعلی، ۱۳۳۸ - مترجم
شناسه افزوده	شکرچی زاده، ندا، ۱۳۶۶ - مترجم
شناسه افزوده	کلانتر معتمدی، مژده، ۱۳۵۷ - ویراستار
رده بندی کنگره	۹۳۱۳۹۶/م/RK۳۵۱
رده بندی دیویی	۶۱۷/۶۳۴۲۰۵۹
شماره کتابشناسی ملی	۴۶۳۷۵۳۹

نام کتاب: مینرال تری اکسید اگریگیت (ویژگی‌ها و کاربردهای بالینی) MTA

مترجمین: دکتر عباسعلی خادمی، دکتر ندا شکرچی زاده

ویراستار: دکتر مژده کلانتر معتمدی

ناشر: انتشارات شایان نمودار

مدیر تولید: مهندس علی خزعلی

حروفچینی و صفحه‌آرایی: انتشارات شایان نمودار

طرح جلد: آتلیه طراحی شایان نمودار

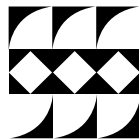
شمارگان: ۱۰۰۰

نوبت چاپ: اول

تاریخ چاپ: بهار ۱۳۹۶

شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۲۳۷-۳۱۲-۳

قیمت: ۴۴۰/۰۰۰ ریال



انتشارات شایان نمودار

دفتر مرکزی: تهران / میدان فاطمی / خیابان چهلستون / پلاک ۵ / طبقه دوم
تلفن: ۸۸۹۵۱۴۶۲ (خط ۴)

تهران / میدان فاطمی / خ چهلستون / خ بوعلی سینای شرقی / پ ۳۷ / بلوک B / ط همکف تلفن: ۸۸۹۸۸۸۶۸

(تمام حقوق برای ناشر محفوظ است. هیچ بخشی از این کتاب، بدون اجازه مکتوب ناشر، قابل تکثیر یا تولید مجدد به هیچ شکلی، از جمله چاپ، فتوکپی، انتشار الکترونیکی، فیلم و صدا نیست. این اثر تحت پوشش قانون حمایت از حقوق مؤلفان و مصنفان ایران قرار دارد.)

پیش‌گفتار

دندانپزشکان، به منظور حفظ دندان‌های طبیعی توسط روش‌های پیشگیری و مداخلات درمانی، تلاش زیادی کرده‌اند. علیرغم این تلاش‌ها، افراد زیادی دچار پوسیدگی دندان یا آسیب‌های تروماتیک می‌شوند، که نیازمند درمان اندودنتیک هستند. سیستم کانال ریشه و پرپودنشیوم از طریق مسیرهای طبیعی و گاهی اوقات مسیرهای ساختگی (یاتروژنیک) باهم در ارتباط هستند. بافت پالپ داخل سیستم کانال ریشه توسط عاج احاطه شده و از طریق فورامن اپیکال و گاهی اوقات کانال‌های کوچک به نام کانال‌های فرعی (جانبی) با پرپودنشیوم در ارتباط است. تخریب مینا و عاج توسط پوسیدگی یا آسیب‌های تروماتیک و برداشت سمنتوم حین درمان پرپودنتال می‌تواند منجر به ارتباط بین سیستم کانال ریشه، پالپ دندان و پرپودنشیوم گردد.

مسیرهای یاتروژنیک ناشی از حوادث درمانی مانند پرفوراسیون‌هایی که حین درمان کانال ریشه ایجاد می‌شوند منجر به ایجاد ارتباط بین سیستم کانال ریشه و پرپودنشیوم می‌گردند. ارتباط پالپ با فلور دندان از طریق مسیرهای طبیعی یا ساختگی منجر به ایجاد التهاب پالپ و پری‌اپیکال و به دنبال آن تخریب این بافت‌ها می‌شود. بیماری پالپ و پری‌اپیکال بدون آلودگی باکتریایی شکل نمی‌گیرند. بنابراین اهداف اصلی درمان اندودنتیک پیشگیری از التهاب و عفونت پالپ، برداشت بافت بیمار، حذف میکروارگانسیم‌ها و جلوگیری از آلودگی مجدد پس از درمان می‌باشد.

از آنجایی که مواد ترمیم یا پرکردگی، زیست‌سازگاری کافی و توانایی سیل مسیرهای ارتباطی بین سطوح خارجی و داخلی دندان را نداشتند، ماده تجربی مینرال تری اکسید اگریگیت (MTA) معرفی شد. تیم ما در یک سری آزمایشات نشئت دای با یا بدون آلودگی خون (*in vitro*)، نشئت باکتریایی (*in vitro*)، بررسی میکروسکوپ اسکن الکترونی (SEM) تطابق حاشیه‌ای، زمان ست شدن، استحکام فشاری، حلالیت، سمیت سلولی، کاشت در استخوان و آزمایش کاربردی در حیوانات را بررسی کردند. مواد موجود مانند آمالگام، ماده ترمیم بینابینی (IRM) یا Super EBA (O-ethoxybenzoic acid) به منظور تصحیح نقایص به کار برده می‌شوند. ما بر اساس تحقیقاتمان گزارش کردیم MTA، دارای اکثر ویژگی‌های ایده‌آل مواد ترمیمی به منظور پوشش پالپ، پالپوتومی، پلاگ اپیکال، پرفوراسیون ریشه و ماده پرکردگی انتهای ریشه حین جراحی اپیکال می‌باشد و پیشنهاد شده که باید MTA به عنوان یک ماده جایگزین مواد ترمیم ریشه در نظر گرفته شود.

از زمان معرفی MTA، مطالعات زیادی بر اساس ویژگی‌های آن منتشر شده است. بیش از هزار مطالعه در مورد ویژگی‌ها و کاربردهای MTA موجود است. MTA یکی از بیشترین مواد مورد بررسی در دندانپزشکی است. بر اساس شواهد موجود، می‌توان نتیجه گرفت که MTA، زیست‌سازگار و دارای سیل مناسب است و به طور ایمن می‌توان از آن به منظور پوشش پالپ، پالپوتومی، سد اپیکالی، پرفوراسیون ریشه، ماده پرکردگی انتهای ریشه، ماده پرکننده کانال ریشه و رزتراسیون در اندودنتیک استفاده کرد. MTA مانند هر ماده دیگری، معایبی مانند زمان ست شدن طولانی و توانایی تغییر رنگ دارد. هدف اصلی این کتاب بیان اطلاعات مناسب و مبتنی بر شواهد موجود است.

درمان مبتنی بر شواهد، بهترین شواهد کلینیکی را با مهارت بالینی کلینیسین و نیازهای درمانی بیمار ادغام می کند. این کتاب برای دانشجویان دندانپزشکی، دندانپزشکان عمومی و متخصص تالیف شده است و شامل اطلاعات لازم برای کسانی است که تمایل به انجام درمان های اندودنتیک و حفظ دندان های طبیعی دارند. این کتاب به صورت سیستماتیک اطلاعاتی را در مورد مسیرهای پالپ و پری رادیکولار، ویژگی های شیمیایی و فیزیکی MTA، کاربردهای کلینیکی MTA در درمان پالپ زنده، کاربرد MTA در دندان های با پالپ نکروز و اپکس باز، کاربرد MTA در درمان های رژنراتیو اندودنتیک، کاربرد MTA به عنوان ماده ترمیم پرفوراسیون ریشه، ماده پرکننده کانال ریشه و ماده پرکردگی انتهای ریشه حین جراحی اندودنتیک فراهم می کند. فصل آخر کتاب، به گروهی از مواد (سمان های برپایه کلسیم سیلیکات) که از زمان معرفی MTA، حدود بیست سال پیش به بازار معرفی شده بودند، می پردازد. ویژگی های این کتاب عبارتند از: ۱- اطلاعات به روز، مرتبط و اخیر توسط نویسندگان با زبانی ساده و واضح و ۲- ارائه تعداد زیادی موارد بالینی در شکل های رنگی. همچنین یک DVD و فیلم ویدئویی از پروسه های انتخابی، تهیه شده تا به کلینیسین ها در انجام این پروسه ها کمک شود.

از مولفان همکار که اطلاعات و تجربیات خود را در اختیار خوانندگان ما قرار دادند قدردانی می نمایم. همکاری ایشان منجر به حفظ میلیون ها دندانی خواهد شد که در گذشته از دست می رفته است. از ویراستاران John Wiley & Sons و محمد ترابی نژاد که همکاری ها و راهنمایی های ایشان انجام این مهم را امکان پذیر نموده بی نهایت سپاسگزارم. همچنین از همکاران و دانشجویانی که بیماران را معرفی کردند و توصیه های ساختاری به منظور بهبود کیفیت این کتاب ارائه دادند، تشکر می نمایم.

محمود ترابی نژاد

هدف اصلی رشته اندودانتیکس حفظ و نگهداری دندان های طبیعی می باشد. سالانه میلیون ها درمان ریشه در سراسر جهان انجام می گردد که حاکی از اهمیت و نقش بسزای این رشته در دندانپزشکی می باشد. کتاب مینرال تری اکسید اگریگیت که توسط پروفیسور محمود ترابی نژاد نگارش شده است یک کتاب جامع از ویژگی ها و کاربردهای بالینی مینرال تری اکسید اگریگیت است. این دانشمند گرانمایه سرپرست آموزش تخصصی اندودانتیکس دانشکده دندانپزشکی لومالیندا - آمریکا می باشند. ایشان تاکنون بیش از ۲۰۰ سخنرانی بین المللی در بیش از ۴۰ کشور داشته اند. همچنین چهار کتاب و بیش از ۳۰۰ مقاله به چاپ رسانده اند. پروفیسور ترابی نژاد پراستنادترین مولف در مجلات معتبر اندودانتیکس جهان هستند. این محقق برجسته تاکنون جوایز زیادی را کسب نموده اند که شامل است بر: جایزه رالف سامر در سال ۱۹۸۶، جایزه لوییس گراسمن در سال ۱۹۹۳، جایزه بشر دوستانه (فیلانتروفیست) از انجمن اندودنتیست های آمریکا در سال ۱۹۹۷، جایزه صد ساله وان گارد از دانشگاه لومالیندا در سال ۲۰۰۶، جایزه برترین تحقیق دانشکده دندانپزشکی در سال ۲۰۰۸، جایزه محقق برجسته دانشگاه لومالیندا به عنوان پیشگام در فعالیت های علوم سلامت در سال ۲۰۱۳، همچنین ایشان در سال ۲۰۱۶ دریافت کننده جایزه ادگار کولیک به خاطر نقش رهبری و فداکاری ستودنی در دندانپزشکی و رشته اندودنتیکس از انجمن اندودنتیست های آمریکا می باشند. ایشان رئیس سابق انجمن اندودنتیست های کالیفرنیا و رئیس سابق انجمن بنیاد اندودنتیست های آمریکا بوده اند. همچنین ماده MTA که به عنوان یک ماده دندانی شناخته شده جهانی، نقش موثری در بهبود درمان های اندودانتیکس دارد، توسط ایشان ساخته و معرفی گردید. برای آن عزیز بزرگوار آرزوی سعادت، سلامت و توفیق روز افزون داریم.

کمال تشکر و قدردانی را از جناب آقای دکتر مسعود پریخ، استاد ممتاز گروه اندودانتیکس دانشکده دندانپزشکی کرمان به خاطر تألیف ارزشمند فصل ۱۰ کتاب حاضر داریم. بر خود لازم می داریم از جناب آقای دکتر علیرضا روضاتی به خاطر زحمات ارزشمندشان در ترجمه این کتاب و سرکار خانم دکتر مژده کلانتر معتمدی به خاطر دقت نظر دلسوزانه ایشان در ویراستاری علمی و سرکار خانم دکتر نگار صرامی به خاطر تلاش های بی وقفه در ویراستاری ادبی این مجموعه کمال تشکر را به عمل آوریم. از مدیر عامل محترم انتشارات شایان نمودار جناب آقای مهندس علی خزعلی و همچنین از سرکار خانم ام البنین عسگری مسئول دفتر ریاست دانشکده دندانپزشکی اصفهان قدردانی می نماییم. در پایان امیدواریم همکاران گرامی با انعکاس نظرات و پیشنهادات ارزشمند خویش ما را در جهت رفع نواقص احتمالی کتاب یاری نمایند.

دکتر عباسعلی خادمی - دکتر ندا شکرچی زاده

پاییز ۱۳۹۵

فهرست مطالب

فصل ۱ مسیرها، بیماری و انسداد پالپ و انساج پری رادیکولار ۱۶

Mahmoud Torabinejad

مسیرهای پالپ و پری رادیکولار ۱۷

مسیرهای طبیعی ۱۷

فورامن اپیکال ۱۷

کانال های جانبی ۱۷

توبول های عاجی ۱۸

مسیرهای پاتولوژیک و ایاتروژنیک ۱۹

پوسیدگی های دندانی ۲۰

نقش میکروارگانیزم ها ۲۱

پرفوراسیون های ریشه ۲۱

پرفوراسیون های ریشه طی آماده سازی حفره دسترسی ۲۲

پرفوراسیون های ریشه طی پاکسازی و شکل دهی ۲۲

پرفوراسیون های ریشه طی آماده سازی فضای پست ۲۳

شکستگی عمودی ۲۴

بیماری پری رادیکولار ۲۴

فرآیند التهابی ضایعات پری رادیکولار ۲۵

مواد سیل کننده مسیرهای سیستم کانال ریشه و پرپودنشیوم ۲۵

منابع ۲۷

فصل ۲ ویژگی های شیمیایی MTA ۲۹

David W. Berzins

مقدمه ۳۰

ترکیب MTA ۳۰

سمان پرتلند ۳۱

نقش اکسید بیسموت و ژپسوم ۳۲

مورفولوژی پودر MTA ۳۲

عناصر و ترکیبات ناچیز ۳۳

واکنش های ست شدن ۳۴

زمان ست شدن ۳۵

مچور شدن ۳۵

فاکتورهای موثر بر ست شدن: افزودنی ها و تسریع کننده ها ۳۶

فهرست مطالب

۳۷	.....	اثر آب و رطوبت
۳۷	.....	تعامل با محیط
۳۸	.....	تشکیل مناطق واکنشی
۴۰	.....	منابع

فصل ۳ خواص فیزیکی MTA

Ricardo Caicedo, Lawrence Gettleman

۴۶	.....	مقدمه
۴۶	.....	pH
۴۸	.....	حلالیت
۵۲	.....	انبساط حین ست شدن
۵۲	.....	راد یو اسیستی
۵۵	.....	استحکام فشاری
۵۸	.....	استحکام خمشی
۶۱	.....	استحکام برشی
۶۱	.....	استحکام Push-out
۶۱	.....	استحکام باند برشی
۶۲	.....	مرور
۶۳	.....	میکرو هاردنس
۶۵	.....	رنگ و زیبایی
۶۶	.....	خواص فیزیکی شیمیایی
۶۸	.....	تقدیر و تشکر
۶۹	.....	منابع

فصل ۴ کاربرد MTA در درمان پالپ زنده

George Bogen, Joe H. Camp, Till Dammaschke

۷۵	.....	مقدمه
۷۶	.....	مزایا
۷۶	.....	پاسخ های پالپ به مواد پوشش پالپ
۷۷	.....	پوشش مستقیم پالپ با کلسیم هیدروکسید
۷۹	.....	ویژگی های فیزیکی شیمیایی
۸۰	.....	نحوه عملکرد در پوشش پالپ و پالپوتومی

فهرست مطالب

۸۳	مقایسه با کلسیم هیدروکسید
۸۵	پالپوتومی در دندانهای شیری
۸۵	دندان های شیری
۸۸	دندان های دائمی نابالغ
۹۰	دندان های دائمی علامت دار
۹۲	پوشش پالپ در دندان دارای پالپیت برگشت پذیر
۹۴	ملاحظات درمان
۹۵	معایب
۹۶	خلاصه
۹۶	تقدیر و تشکر
۹۷	منابع

فصل ۵ درمان دندان های دارای پالپ نکروز همراه با اپکس باز **David E. Witherspoon, Shahrokh Shabahang**

۱۰۹	تشخیص در دندان های نابالغ
۱۱۰	تاریخچه درمان دندان های نابالغ
۱۱۲	کنترل عفونت در دندان های نابالغ
۱۱۳	اپکسیفیکاسیون
۱۱۴	درمان اپکسیفیکاسیون با کلسیم هیدروکسید: نتایج
۱۱۶	بستن انتهای ریشه از طریق سدهای اپیکالی
۱۱۷	پلاگ اپیکالی MTA
۱۱۸	تکنیک قرار دهی
۱۱۸	نتایج
۱۲۴	منابع

فصل ۶ رژنراسیون در اندودنتیکس (Revitalization / Revascularization) **George T.-J. Huang, Robert P. Corr, Mahmoud Torabinejad**

۱۳۴	مقدمه
۱۳۵	عروق زای مجد پس از ریپلنت و اتوترانسپلنت
۱۳۶	دوباره زنده کردن دندان های غیر زنده عفونی در حیوانات
۱۴۰	شواهد کلینیکی دوباره زنده کردن دندان های عفونی غیر زنده در انسان ها
۱۴۷	نقش بالقوه سلول های بنیادی در تولید بافت کانال و رژنراسیون

فهرست مطالب

نقش DPSCs و SCAP در دوباره زنده کردن و درمان های رژنراسیون اندودنتیک	۱۴۸
داربست ها و فاکتورهای رشد برای رژنراسیون اندودنتیک (دوباره زنده کردن)	۱۵۰
مراحل کلینیکی دوباره زنده کردن پالپ	۱۵۳
جلسه اول	۱۵۴
جلسه دوم	۱۵۴
پیگیری بالینی و رادیوگرافی	۱۵۵
منابع	۱۵۵
فصل ۷ کاربرد MTA به عنوان ترمیم پرفوراسیون ریشه	۱۶۲
Ron Lemon ,Mahmoud Torabinejad	
مقدمه	۱۶۳
پرفوراسیون های مرتبط با تهیه حفرة دسترسی	۱۶۵
پرفوراسیون های (استریپ) مرتبط با پاکسازی و شکل دهی	۱۶۶
پرفوراسیون های مرتبط با تحلیل (داخلی / خارجی)	۱۶۹
اندازه پرفوراسیون	۱۶۹
محل پرفوراسیون	۱۶۹
اتیولوژی	۱۷۰
پیشگیری	۱۷۱
شناخت و درمان پرفوراسیون های پالپ چمبر	۱۷۱
ترمیم های سطوح جانبی	۱۷۱
ترمیم های فورکا	۱۷۲
پرفوراسیون های ریشه حین پاکسازی و شکل دهی	۱۷۳
علل، نشانگرها و پیشگیری	۱۷۳
درمان	۱۷۳
پیش آگهی	۱۷۴
علل و نشانگرها	۱۷۴
درمان پرفوراسیون میانی ریشه	۱۷۵
پیش آگهی	۱۷۶
پرفوراسیون های اپیکال	۱۷۶
علل و نشانگرها	۱۷۶
درمان	۱۷۷
پیش آگهی	۱۷۷
پرفوراسیون ریشه حین تهیه فضای پست	۱۷۸

فهرست مطالب

۱۷۸	علل، نشانگرها و پیشگیری
۱۷۸	درمان
۱۸۰	پیش آگهی
۱۸۰	مدت زمان گذشته از پرفوراسیون
۱۸۰	تکنیک هایی برای ترمیم به روش داخلی با استفاده از MTA
۱۸۰	۱. آماده سازی محل
۱۸۰	۲. انتقال MTA
۱۸۱	۳. درمان پیگیری
۱۸۱	۴. ارزیابی پیگیری
۱۸۱	۵. پیش آگهی
۱۸۲	خلاصه
۱۸۳	منابع

فصل ۸ پر کردن کانال با MTA

Nicholas Chandler, Ingrid Lawaty, George Bogen

۱۸۷	مقدمه
۱۸۸	مکانیسم های عمل در پر کردن
۱۸۹	اندازه ذرات
۱۸۹	محصولات هیدراتاسیون و pH
۱۹۰	تشکیل لایه بینابینی
۱۹۰	مقاومت به شکست
۱۹۱	توانایی سیل کنندگی و انبساط حین ست شدن
۱۹۱	پر کردن معمول
۱۹۳	درمان مجدد
۱۹۵	پر کردن قبل از جراحی
۱۹۷	پر کردن همراه با ترمیم پرفوراسیون
۱۹۸	اپکسیفیکاسیون با استفاده از پرکردگی MTA
۲۰۰	روش پر کردن در آنومالی های دندانی
۲۰۱	تکنیک های پر کردن
۲۰۲	تکنیک متراکم کردن استاندارد (Bogen, kutler ۲۰۰۸)
۲۰۴	تکنیک (Lawaty ۲۰۰۸) (Bogen & Kutler)
۲۰۵	تکنیک Auger
۲۰۷	ملاحظات ترمیمی
۲۰۸	موانع

فهرست مطالب

۲۰۹	سیلرها
۲۰۹	سیلرهای زینک اکساید اوژنول
۲۰۹	سیلرهای کلسیم هیدروکساید
۲۰۹	سیلرهای با پایه اپوکسی رزین
۲۱۰	سیلرهای گلاس آینومر
۲۱۰	سیلرهای با پایه سیلیکون
۲۱۰	سیستم های سیلر مونوبلاک
۲۱۰	سیلرهای با پایه کلسیم سیلیکات
۲۱۱	خلاصه
۲۱۲	منابع

فصل ۹ پرکردگی های انتهای ریشه با MTA

Su-Jung Shin, Seung-Ho Baek

۲۲۴	هدف از پرکردگی های انتهای ریشه
۲۲۴	تاریخچه مواد پرکردگی انتهای ریشه
۲۲۵	آمالگام
۲۲۵	مواد با پایه ZOE:IRM و SuperEBA
۲۲۶	مواد با پایه رزین: رتروپلاست و Geristore
۲۲۷	MTA
۲۲۷	MTA خاکستری در مقابل MTA سفید
۲۲۸	انواع جدید سمان های شبه MTA
۲۲۸	پیش نیازهای مواد ایده آل پرکننده انتهای ریشه
۲۲۸	مزایای MTA
۲۲۹	معایب MTA
۲۳۰	سمیت سلولی و زیست سازگاری
۲۳۱	زیست فعالی
۲۳۳	توانایی سیل کنندگی
۲۳۳	اثر ضد باکتریایی
۲۳۴	آماده سازی انتهای ریشه و پرکردگی انتهای ریشه
۲۳۴	تهیه حفره برای MTA پرکننده انتهای ریشه
۲۳۴	روند مخلوط کردن
۲۳۴	روش های قرار دادن MTA
۲۳۴	ابزارهای کریروسرنگ مانند
۲۳۷	Lee MTA Pellet Forming block

فهرست مطالب

۲۳۷	نتایج کلینیکی
۲۴۱	نتیجه گیری
۲۴۲	منابع

فصل ۱۰ سمان های با پایه کلسیم سیلیکات ۲۴۸

Mahmoud Torabinejad, Masoud Parirokh

۲۵۲	مقدمه
۲۵۲	سمان پر تلند (PC)
۲۵۲	ترکیب شیمیایی
۲۵۳	خواص فیزیکی
۲۵۴	فعالیت ضد باکتریایی
۲۵۴	توانایی سیل کنندگی
۲۵۴	مطالعات کشت سلولی
۲۵۴	کاشت زیر پوستی
۲۵۵	مطالعات In vivo
۲۵۵	کاربردهای بالینی
۲۵۵	محدودیت ها
۲۵۶	MTA آنجلوس
۲۵۶	ترکیب شیمیایی
۲۵۷	خواص فیزیکی
۲۵۸	فعالیت ضد باکتریایی
۲۵۸	توانایی سیل کنندگی
۲۵۸	مطالعات کشت سلولی
۲۵۸	کاشت زیر پوستی
۲۵۸	کاشت داخل استخوانی
۲۵۹	مطالعات In vivo
۲۵۹	کاربردهای بالینی
۲۵۹	(BA) BIOAGGREGATE
۲۵۹	ترکیب شیمیایی
۲۶۰	خواص فیزیکی
۲۶۰	فعالیت ضد باکتریایی
۲۶۰	توانایی سیل کنندگی
۲۶۰	زیست سازگاری

فهرست مطالب

۲۶۰	.....مطالعات کشت سلولی	
۲۶۰	.....(BD) BIODENTINE	
۲۶۰	.....ترکیب شیمیایی	
۲۶۱	.....خواص فیزیکی	
۲۶۱	.....زیست سازگاری و کاربردهای بالینی	
۲۶۱	.....iRoot	
۲۶۱	.....ترکیب شیمیایی	
۲۶۱	.....خواص فیزیکی	
۲۶۲	.....زیست سازگاری	
۲۶۲	.....Calcium Enriched Mixture (CEM) cement	
۲۶۲	.....خواص فیزیکی	
۲۶۳	.....فعالیت ضد باکتریایی	
۲۶۳	.....توانایی سیل کنندگی	
۲۶۴	.....مطالعات کشت سلولی	
۲۶۴	.....تست پوستی و کاشت زیر پوستی	
۲۶۴	.....کاشت داخل استخوانی	
۲۶۴	.....مطالعات In vivo	
۲۶۵	.....مطالعات بالینی	
۲۶۶	.....MTA FILLAPEX	
۲۶۶	.....ترکیب شیمیایی	
۲۶۶	.....خواص فیزیکی	
۲۶۶	.....فعالیت ضد باکتریایی	
۲۶۷	.....مطالعات کشت سلولی	
۲۶۷	.....کاشت زیر پوستی	
۲۶۷	.....Endo-CPM	
۲۶۷	.....ترکیب شیمیایی	
۲۶۷	.....خواص فیزیکی	
۲۶۸	.....فعالیت ضد باکتریایی	
۲۶۸	.....توانایی سیل کنندگی	
۲۶۸	.....مطالعه کشت سلولی	
۲۶۸	.....کاشت زیر پوستی	
۲۶۸	.....مطالعات In vivo	
۲۶۸	.....Cimento Endodontico Rapido (CER)	
۲۶۸	.....ترکیب شیمیایی	

فهرست مطالب

۲۶۸	خواص فیزیکی	
۲۶۹	کاشت زیر پوستی	
۲۶۹	Endosequence	
۲۶۹	ترکیب شیمیایی	
۲۶۹	خواص فیزیکی	
۲۷۰	فعالیت ضد باکتریایی	
۲۷۰	توانایی سیل کنندگی	
۲۷۰	مطالعات کشت سلولی	
۲۷۰	Endosequence Sealer BC Endosequence	
۲۷۰	ترکیب شیمیایی	
۲۷۰	خواص فیزیکی	
۲۷۱	زیست سازگاری	
۲۷۱	سیلر ProRoot Endo	
۲۷۱	ترکیب شیمیایی	
۲۷۱	خواص فیزیکی	
۲۷۱	MTA Plus	
۲۷۱	ترکیب شیمیایی	
۲۷۱	خواص فیزیکی	
۲۷۱	Ortho MTA	
۲۷۲	ترکیب شیمیایی	
۲۷۲	مطالعات کشت سلولی	
۲۷۲	MTA Bio	
۲۷۲	ترکیب شیمیایی	
۲۷۲	خواص فیزیکی	
۲۷۳	مطالعات کشت سلولی	
۲۷۳	کاشت زیر پوستی	
۲۷۳	سیلر (MTAS) MTA	
۲۷۳	ترکیب شیمیایی و خواص فیزیکی	
۲۷۳	سمان Fluoride-Doped MTA	
۲۷۳	ترکیب شیمیایی	
۲۷۳	خواص فیزیکی	
۲۷۴	توانایی سیل کنندگی	
۲۷۴	Capasio	
۲۷۴	ترکیب شیمیایی و خواص فیزیکی	

فهرست مطالب

۲۷۴	.....Generex A
۲۷۴	..... ترکیب شیمیایی و خواص فیزیکی
۲۷۴	..... مطالعات کشت سلولی
۲۷۴	..... Ceramicrete-D
۲۷۴	..... ترکیب شیمیایی و خواص فیزیکی
۲۷۵	..... Nano-Modified MTA (NMTA)
۲۷۵	..... ترکیب شیمیایی و خواص فیزیکی
۲۷۵	..... Light-cured MTA
۲۷۵	..... ترکیب شیمیایی و خواص فیزیکی
۲۷۵	..... کاشت زیر پوستی
۲۷۶	..... Calcium Silicate (CS)
۲۷۶	..... ترکیب شیمیایی و خواص فیزیکی
۲۷۶	..... ENDOCEM
۲۷۶	..... ترکیب شیمیایی و خواص فیزیکی
۲۷۶	..... مطالعات کشت سلولی
۲۷۶	..... سایر ترکیبات تجربی شبیه به MTA
۲۷۶	..... نتیجه گیری
۲۷۷	..... منابع

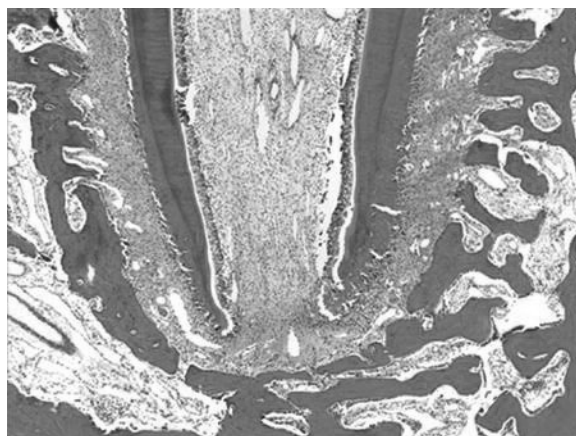
فصل ۱

مسیرها، بیماری و انسداد پالپ و انساج پری رادیکولار

Mahmoud Torabinejad

بخش اندودنتیکس دانشکده دندانپزشکی لومالیندا، آمریکا

مسیرهای پالپ و پری رادیکولار
مسیرهای طبیعی
فورامن اپیکالی
کانال های جانبی (لترالی)
توبول های عاجی
مسیرهای پاتولوژیک و ایاتروژنیک
پوسیدگی های دندانی
نقش میکروارگانیزم ها
پرفوراسیون های ریشه
پرفوراسیون های ریشه حین آماده سازی حفره دسترسی
پرفوراسیون های ریشه حین پاکسازی و شکل دهی
پرفوراسیون های ریشه حین آماده سازی فضای پست
شکستگی عمودی
بیماری پری رادیکولار
فرآیند التهابی ضایعات پری رادیکولار
مواد سیل کننده مسیرهای سیستم کانال ریشه و پریودنشیوم
منابع



شکل ۱-۱: ریشه دندان های تازه رویش یافته دارای کانال های وسیع با اپکس باز می باشند.

مسیرهای پالپ و پری رادیکولار

سیستم کانال ریشه و پرپودنشیوم از طریق مسیرهای طبیعی و مصنوعی (ایاتروژنیک) با یکدیگر در ارتباط هستند. بافت پالپ در داخل سیستم کانال ریشه که توسط عاج احاطه شده است محصور می باشد و از طریق فورامن اپیکال و گاهی کانال های کوچکی که به آنها کانال های جانبی یا کانال های فرعی می گویند، با پرپودنشیوم ارتباط دارد. مسیرهای ایاتروژنیک طی حوادث حین کار مانند پرفوراسیون حین درمان کانال ریشه ایجاد شده و بین سیستم کانال ریشه و پرپودنشیوم ارتباط برقرار می کنند. علاوه بر این، از بین رفتن مینا و عاج توسط پوسیدگی یا حوادث تروماتیک و از بین رفتن سمان طی درمان های پرپودنتال می تواند منجر به ایجاد ارتباط بین سیستم کانال ریشه و پالپ دندانی با پرپودنشیوم گردد.

مسیرهای طبیعی^۱

مسیرهای طبیعی ارتباط بین سیستم کانال ریشه و پرپودنشیوم شامل فورامن اپیکال، کانال های جانبی و توبول های عاجی می باشند.

فورامن اپیکال

دهانه های اپیکال ریشه ها راه های اصلی ارتباط بین سیستم کانال ریشه و محتویات آن با بافت های پری رادیکولار (سمتوم، لیگامان پرپودنتال و استخوان آلوئولار) می باشند. فورامن اپیکال در ابتدا بسیار بزرگ است (شکل ۱-۱). طی رویش دندان و تداوم تکامل آن، فضای کانال ریشه با رسوب عاج باریک می شود و فورامن اپیکال با رسوب سمان تغییر شکل می یابد (شکل ۱-۲). ادامه ی رشد غیر فعال دندان ها و شیفت مزالی آنها باعث رسوب لایه های جدید سمان در اپکس ریشه ها می شود. طی بالغ شدن دندان ها، اندازه فورامن اپیکال کاهش می یابد. دندان های تک ریشه معمولاً یک فورامن اپیکال دارند. ولی دندان های چند ریشه معمولاً دارای فورامن های متعدد در هر اپکس هستند (Green 1956, 1960).

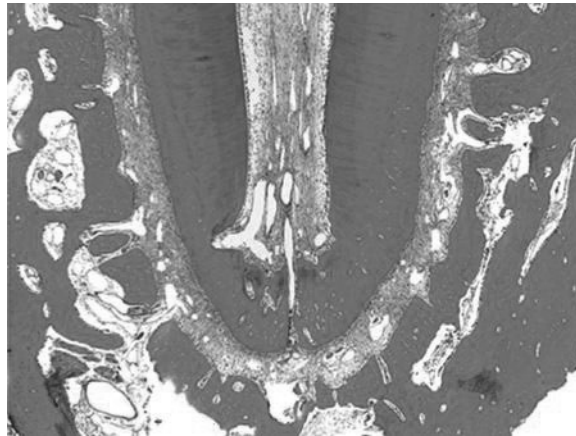
خروج مواد محرک ناشی از بیماری های پالپ نکروز از طریق فورامن اپیکال به داخل بافت های پری اپیکال باعث آغاز و تداوم پاسخ التهابی و پیامدهای آن مانند تخریب لیگامان پرپودنتال اپیکال و تحلیل استخوان، سمان و حتی عاج می شود (شکل ۱-۳).

کانال های جانبی^۲

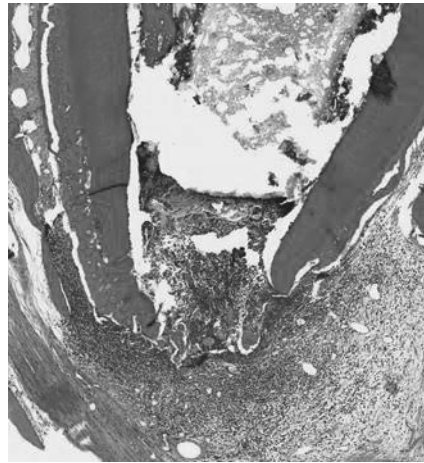
هنگامی که پوشش اپی تلیالی غلاف ریشه قبل از تشکیل عاج، از هم گسیخته شود یا عروق خونی که بین پاپیلائی دندانی و ساکت

1) Natural pathways

2) Lateral canals



شکل ۲-۱: بارویش دندان، فضای کانال ریشه با رسوب عاج باریک می شود و فورامن اپیکال با رسوب سمان تغییر شکل می یابد.



شکل ۳-۱: خروج محرک ها از طریق فورامن اپیکال به داخل بافت پری اپیکال باعث شکل گیری ضایعات پری اپیکال و تخریب بافت های پری رادیکولار می شود.

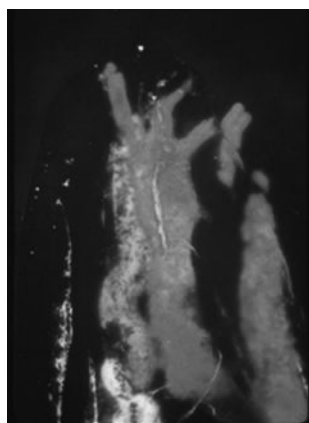
دندانی وجود داشته اند، باقی بمانند یک تماس مستقیم بین لیگامان پرئودنتال و پالپ دندانی برقرار می شود. به این کانال ارتباطی، کانال جانبی یا فرعی می گویند. معمولاً کانال های جانبی بیشتر در دندان های خلفی و بیشتر در قسمت اپیکال ریشه ها وجود دارند (Hess 1963; Seltzer et al. 1963; Green 1955; 1925) (شکل ۴-۱).

شیوع کانال های جانبی، در ناحیه فورکای دندان های چند ریشه از حداقل ۲-۳٪ تا حداکثر ۷۶/۸٪ متغیر است (Burch Hulen 1986; Vertucci & Anthony 1986; De Deus 1975; 1974). با وجود این تنوعات، هیچ شکلی در مورد اینکه یک کانال جانبی باز می تواند حاوی مواد توکسیک باشد و آنها را از سیستم کانال ریشه به پرئودنشیوم انتقال دهد و التهاب پری رادیکولار ایجاد کند، وجود ندارد.

توبول های عاجی^۱

توبول های عاجی از پالپ به سمت محل اتصال عاج - مینا و عاج - سمان گسترش یافته اند. قطر این توبول ها در نزدیکی پالپ در حدود ۲/۵ میکرومتر و در محل اتصال عاج - مینا و عاج - سمان در حدود ۱ میکرومتر می باشد (Garberoglio & Brannstrom 1976).

1) Dentinal tubules



شکل ۴-۱: حضور کانال های جانبی متعدد در انتهای ریشه مزویو باکال مولر اول ماگزایلا



شکل ۵-۱: تصویر اسکن میکروسکوپ الکترونی توبول های عاجی حاوی زوائد ادنتوبلاستی

با وجود اینکه شمارش دقیقی از توبول های عاجی انجام نشده است ولی تعداد آنها بسیار زیاد است و در عاج در نزدیکی محل اتصال سمان - مینا حدود ۱۵۰۰۰ توبول عاجی در هر میلیمتر مربع وجود دارد (Harrington 1979). در داخل توبول های عاجی، مایع بافتی، زوائد ادنتوبلاستیک و الیاف عصبی وجود دارد (شکل ۵-۱). با افزایش سن دندان یا تحریک دندان، قطر این توبول ها کاهش می یابد یا کلسیفیه می شوند. بنابراین پتنسی آنها کاهش می یابد.

وجود یک لایه به هم پیوسته از سمان روی سطح ریشه یک سد موثر علیه نفوذ باکتری ها و محصولات جانبی آنها به داخل سیستم کانال ریشه است. فقدان مادرزادی سمان، پوسیدگی یا برداشت سمان طی درمان های پرودنتال یا مسواک زدن شدید می تواند باعث باز شدن تعداد زیادی از کانال های ارتباطی بین پالپ و پرودنشیوم گردد. از نظر تئوری، این توبول ها می توانند محصولات متابولیک سمی را طی بیماری های پالپ یا پرودنتال در هر دو جهت انتقال دهند.

مسیرهای پاتولوژیک و ایاتروژنیک

مسیرهای ارتباطی پاتولوژیک و ایاتروژنیک بین سیستم کانال ریشه و حفره دهان و همچنین بین سیستم کانال ریشه و پرودنشیوم شامل پالپ اکسپوز شده به دلیل پوسیدگی، پر فوراسیون ریشه طی آماده سازی حفره دسترسی، پاکسازی و شکل دهی، آماده سازی فضای پست و شکستگی عمودی طی پر کردن کانال ریشه می باشند.



شکل ۱۰-۱: نیرو و فشار در جهت نامناسب به فایل طی پاکسازی و شکل دهی می تواند منجر به پرفوراسیون جانبی ریشه شود.



شکل ۱۱-۱: پرفوراسیون های کرونا ل ریشه ممکن است با گشاد سازی بیش از حد کانال توسط فایل، دریل گیتس گلیدن یا پیژوریم ایجاد شوند.

پرفوراسیون های ریشه طی آماده سازی حفره دسترسی

طی آماده سازی حفره دسترسی، سطح جانبی یا محل فورکا ممکن است پرفوره شود (شکل ۸-۱). عدم توجه به درجه تمایل محور طولی دندان نسبت به دندان های مجاور و موازی نبودن فرز با محور طولی دندان می تواند منجر به گاجینگ^۱ یا پرفوراسیون شود (فصل ۷ را ببینید).

جستجو برای یافتن پالپ چمبر یا دهانه کانال های ریشه از طریق یک حفره دسترسی با گسترش ناکافی نیز می تواند منجر به حوادث حین کار گردد. عدم تشخیص عبور فرز از حفره پالپ کوچک یا مسطح کلسیفیه شده در دندان های چند ریشه نیز می تواند باعث گاجینگ یا پرفوراسیون در ناحیه فورکا شود (شکل ۹-۱). پرفوراسیون های ناحیه فورکا ممکن است طی آماده سازی فضای پست نیز اتفاق بیفتد.

پرفوراسیون های ریشه طی پاکسازی و شکل دهی

طی فرآیند پاکسازی و شکل دهی، ریشه ها ممکن است در سطوح مختلفی پرفوره شوند. سطح (محل) پرفوراسیون ریشه بسیار حائز اهمیت است و می تواند در قسمت اپیکالی، میانی یا سرویکالی ریشه اتفاق بیفتد. سطح (محل) پرفوراسیون مستقیماً بر درمان و پیش آگهی آن تأثیر می گذارد. هر چه پرفوراسیون از استخوان کرسر دورتر باشد پیش آگهی درمانی آن بهتر خواهد بود. پرفوراسیون های اپیکالی

1) Gouging



شکل ۱۲-۱: یک پست ایده آل باید با محور عمودی ریشه موازی باشد، عرض آن نباید از ۱/۳ عرض ریشه تجاوز نماید و طول آن نباید از ۲/۳ طول کارکرد بیشتر باشد.



شکل ۱۳-۱: یک شکستگی عمودی واضح ریشه معمولاً با یک پاکت پر یودنتال باریک و یادخانه سینوس ترک و یک رادیولوژی جانبی که به قسمت اپیکال ریشه گسترش یافته همراه می باشد.

ممکن است مستقیماً از سوراخ اپیکال یا از داخل بدنه ریشه اتفاق بیفتند. آماده سازی کانال ریشه فراتر از محل آناتومیک فورامن اپیکال منجر به پرفوراسیون فورامن اپیکال می شود. طول کارکرد نامناسب یا عدم حفظ طول کارکرد مناسب نیز منجر به پرفوراسیون اپیکال ریشه می گردد.

نفوذ فایل نهایی و رای اپکس رادیولوژی نمونه ای از این نوع حوادث حین کار می باشد. پرفوراسیون های جانبی ریشه معمولاً نتیجه عدم توانایی دندانپزشک در حفظ انحنا کانال طی پیشبرد فایل به سمت اپکس یا پس از ایجاد لیج می باشند.

عبور از کانال لیج شده همیشه امکان پذیر نیست. فشار در جهت نامناسب و پیشبرد فایل تحت فشار ممکن است منجر به ایجاد یک کانال جدید و به دنبال آن پرفوراسیون جانبی ریشه شود (شکل ۱۰-۱).

پرفوراسیون های کروئال ریشه به علت استفاده از فرز در جهت نامناسب در زمان تلاش برای یافتن دهانه کانال های ریشه اتفاق می افتد. همچنین این نوع پرفوراسیون می تواند طی گشاد سازی بیش از حد کانال توسط فایل، دریل گیتس گلیدن یا پیژوریمر ایجاد شود (شکل ۱۱-۱).

پرفوراسیون های ریشه طی آماده سازی فضای پست

طی آماده سازی فضای پست، اگر فضای پست بیش از حد بزرگ یا در جهت نامناسب باشد می تواند باعث پرفوراسیون ریشه شود.

ست شدن طولانی، هزینه بالا و احتمال تغییر رنگ می باشد. در رابطه با نحوه عملکرد آن به نظر می رسد زمانی که MTA در معرض مایع بافتی سنتتیک قرار می گیرد در سطح آن کریستال های هیدروکسی آپاتیت تشکیل می شود. این کریستال ها به عنوان هسته ای برای ایجاد ساختار کلسیفیه بعد از استفاده از این ماده در درمان های اندودنتیک عمل می کنند.

آنها بر اساس اطلاعات موجود نتیجه گیری کردند که MTA ماده انتخابی برای سیل کردن مسیرهای ارتباطی سیستم کانال ریشه و سطح خارجی آن می باشد.

منابع:

- Baume, L.J. (1970) Dental pulp conditions in relation to carious lesions. *International Dental Journal* **20**, 309–37.
- Brännström, M., Lind, P.O. (1965) Pulpal response to early dental caries. *Journal of Dental Research* **44**, 1045–50.
- Burch, J.G., Hulen, S. (1974) A study of the presence of accessory foramina and the topography of molar furcations. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology* **38**, 451–5.
- De Deus, Q.D. (1975) Frequency, location, and direction of the lateral, secondary, and accessory canals. *Journal of Endodontics* **1**, 361–6.
- Garberoglio, R., Brännström, M. (1976) Scanning electron microscopic investigation of human dentinal tubules. *Archives of Oral Biology* **21**, 355–62.
- Gher, M.E. Jr, Dunlap, R.M., Anderson, M.H., et al. (1987) Clinical survey of fractured teeth. *Journal of the American Dental Association* **114**, 174–7.
- Green, D. (1955) Morphology of the pulp cavity of the permanent teeth. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology* **8**, 743–59.
- Green, D. (1956) A stereomicroscopic study of the root apices of 400 maxillary and mandibular anterior teeth. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology* **9**, 1224–32.
- Green, D. (1960) Stereomicroscopic study of 700 root apices of maxillary and mandibular posterior teeth. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology* **13**, 728–33.
- Harrington, G.W. (1979) The perio-endo question: differential diagnosis. *Dental Clinics of North America* **23**, 673–90.
- Hess, W. (1925) *The Anatomy of the Root-Canals of the Teeth of the Permanent Dentition*. John Bale Sons, and Danielsson, Ltd, London.
- Heyeraas, K.J. (1989) Pulpal hemodynamics and interstitial fluid pressure: balance of trans-microvascular fluid transport. *Journal of Endodontics* **15**, 468–72.
- Higa, R.K., Torabinejad, M., McKendry, D.J., et al. (1994) The effect of storage time on the degree of dye leakage of root-end filling materials. *International Endodontics Journal* **27**, 252–56.
- Holcomb, J.Q., Pitts, D.L., Nicholls, J.I. (1987) Further investigation of spreader loads required to cause vertical root fracture during lateral condensation. *Journal of Endodontics* **13**, 277–84.
- Takehashi, S., Stanley, H.R., Fitzgerald, R.J. (1965) The effects of surgical exposures of dental pulps in germfree and conventional laboratory rats. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology* **20**, 340.
- Lin, L., Langeland, K. (1981) Light and electron microscopic study of teeth with carious pulp exposures. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology* **51**, 292–316.
- McKay, G.S. (1976) The histology and microbiology of acute occlusal dentine lesions in human permanent molar teeth. *Archives of Oral Biology* **21**, 51–8.
- Möller, A.J., Fabricius, L., Dahlén, G., et al. (1981) Influence on periapical tissues of indigenous oral bacteria and necrotic pulp tissue in monkeys. *Scandinavian Journal of Dental Research* **89**, 475–84.

- Parirokh, M., Torabinejad, M. (2010a) Mineral trioxide aggregate: a comprehensive literature review – Part I: chemical, physical, and antibacterial properties. *Journal of Endodontics* **36**(1), 16–27.
- Parirokh, M., Torabinejad, M. (2010b) Mineral trioxide aggregate: a comprehensive literature review – Part III: Clinical applications, drawbacks, and mechanism of action. *Journal of Endodontics* **36**(3), 400–13.
- Pitt Ford, T.R., Torabinejad, M., Hong, C.U., *et al.* (1995) Use of mineral trioxide aggregate for repair of furcal perforations. *Oral Surgery* **79**, 756–63.
- Pulver, W.H., Taubman, M.A., Smith, D.J. (1978) Immune components in human dental periapical lesions. *Archives of Oral Biology* **23**, 435–43.
- Seltzer, S., Bender, I.B., Ziontz, M. (1963) The interrelationship of pulp and periodontal disease. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology* **16**, 1474–90.
- Tang, H.M., Torabinejad, M., Kettering, J.D. (2001) Leakage evaluation of root end filling materials using endotoxin. *Journal of Endodontics* **28**(1), 5–7.
- Torabinejad, M., Kettering, J.D. (1985) Identification and relative concentration of B and T lymphocytes in human chronic periapical lesions. *Journal of Endodontics* **11**, 122–5.
- Torabinejad, M., Parirokh, M. (2010) Mineral trioxide aggregate: a comprehensive literature review – part II: leakage and biocompatibility investigations. *Journal of Endodontics* **36**(2), 190–202.
- Torabinejad, M., Clagett, J., Engel, D. (1979) A cat model for the evaluation of mechanisms of bone resorption: induction of bone loss by simulated immune complexes and inhibition by indomethacin. *Calcified Tissue International* **29**, 207–14.
- Torabinejad, M., Eby, W.C., Naidorf, I.J. (1985) Inflammatory and immunological aspects of the pathogenesis of human periapical lesions. *Journal of Endodontics* **11**, 479–88.
- Torabinejad, M., Watson, T.F., Pitt Ford, T.R. (1993) The sealing ability of a mineral trioxide aggregate as a retrograde root filling material. *Journal of Endodontics* **19**, 591–5.
- Torabinejad, M., Falah, R., Kettering, J.D., *et al.* (1995a) Bacterial leakage of mineral trioxide aggregate as a root end filling material. *Journal of Endodontics* **21**, 109–21.
- Torabinejad, M., Hong, C.U., Lee, S.J., *et al.* (1995b) Investigation of mineral trioxide aggregate for root end filling in dogs. *Journal of Endodontics* **21**, 603–8.
- Torabinejad, M., Hong, C.U., Pitt Ford, T.R. (1995c) Physical properties of a new root end filling material. *Journal of Endodontics* **21**, 349–53.
- Torabinejad, M., Hong, C.U., Pitt Ford, T.R. (1995d) Tissue reaction to implanted SuperEBA and mineral trioxide aggregate in the mandibles of guinea pigs: A preliminary report. *Journal of Endodontics* **21**, 569–71.
- Torabinejad, M., Hong, C.U., Pitt Ford, T.R., *et al.* (1995e) Antibacterial effects of some root end filling materials. *Journal of Endodontics* **21**, 403–6.
- Torabinejad, M., Hong, C.U., Pitt Ford, T.R., *et al.* (1995f) Cytotoxicity of four root end filling materials. *Journal of Endodontics* **21**, 489–92.
- Torabinejad, M., Wilder Smith, P., Pitt Ford, T.R. (1995g) Comparative investigation of marginal adaptation of mineral trioxide aggregate and other commonly used root end filling materials. *Journal of Endodontics* **21**, 295–99.
- Torabinejad, M., Pitt Ford, T.R., McKendry, D.J., *et al.* (1997) Histologic assessment of MTA as root end filling in monkeys. *Journal of Endodontics* **23**, 225–28.
- Van Hassel, H.J. (1971) Physiology of the human dental pulp. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology* **32**, 126–34.
- Vertucci, F.J., Anthony, R.L. (1986) A scanning electron microscopic investigation of accessory foramina in the furcation and pulp chamber floor of molar teeth. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology* **62**, 319–26.

فصل ۲

ویژگی های شیمیایی MTA

David W. Berzins

علوم دندانپزشکی عمومی، دانشگاه مارکت آمریکا

مقدمه

ترکیب MTA

سيمان پرتلند

نقش بیسموت اکسید و ژینکسوم

مورفولوژی پودر MTA

عناصر و ترکیبات ناچیز

واکنش های ست شدن

زمان ست شدن

مچور شدن

فاکتورهای موثر بر ست شدن: فاکتورهای افزودنی و تسریع کننده

اثر آب و رطوبت

تعامل با محیط

تشکیل مناطق واکنشی

منابع



شکل ۱-۲: ProRoot MTA خاکستری و هم رنگ دندان

مقدمه

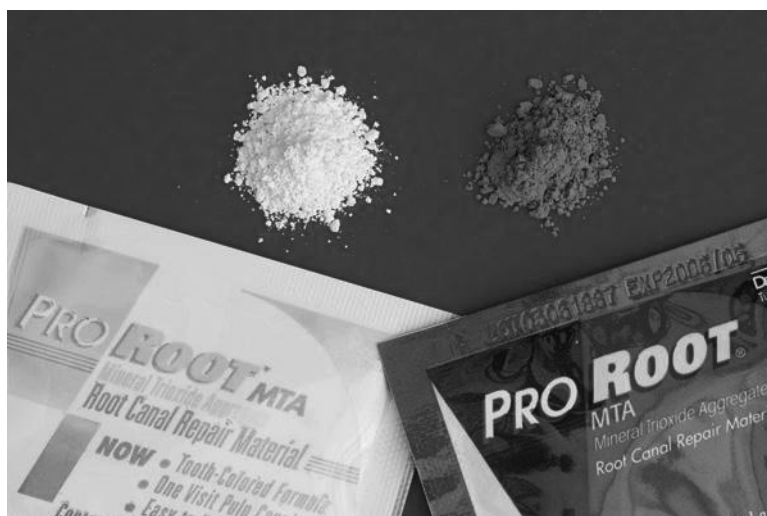
ماده مینرال تری اکسید اگریگیت^۱ (MTA) ابتدا در مقالات علمی در سال ۱۹۹۳ (Lee et al. 1993) به عنوان توده ای از اکسیدهای معدنی که به ساختارهای تری اکسید شامل تری کلسیم سیلیکات، تری کلسیم آلومینات و تری کلسیم اکسید سیلیکات اکسید اضافه شده بود معرفی شد.

اولین بار MTA توسط ترابی نژاد و دین وایت به عنوان ماده پرکننده دندان تشکیل شده از سیمان پر تلند معرفی شد (United states patent 5,415,547, continued to # 5,769,638). در سال ۱۹۹۷ شرکت محصولات دندان Tulsa (که امروزه Densply Tulsa Dental specialties نامیده می شود) از سازمان غذا و داروی امریکا^۲ (FDA) اجازه عرضه MTA را به عنوان ماده ای که از نظر کاربرد و خواص تکنولوژیک مشابه سایر محصولات موجود در بازار برای ترمیم بافت پالپ می باشد، گرفت. FDA، MTA را به عنوان وسیله پزشکی کلاس II برای پر کردن کانال ریشه معرفی کرد و متعاقباً MTA به عنوان ProRoot MTA به بازار عرضه شد. این محصول تجاری در ابتدا در رنگ خاکستری معرفی شد، سپس در سال ۲۰۰۲ نوع هم رنگ دندان آن به عنوان white MTA معرفی شد (شکل ۱-۲ و ۲-۲). از اولین تحقیقات تاکنون صدها مطالعه بر روی سیمان تجربی اولیه و محصولات ProRoot MTA (و همچنین محصولات مشابه) انجام شده است. با وجود برخی تفاوت ها بین ماده تجربی و محصولات تجاری آن، در این فصل، به جز مواردی که ذکر می شود تمایزی بین انواع MTA داده نخواهد شد.

ترکیب MTA

همانگونه که در حق انحصاری MTA ذکر شده MTA عمدتاً از سیمان پر تلند تشکیل شده است. در شناسنامه اطلاعات ایمنی ProRoot MTA (MSDS) ذکر گردیده که MTA متشکل از ۷۵٪ سیمان پر تلند، ۲۰٪ اکسید بیسموت (Bi_2O_3) و ۵ درصد کلسیم سولفات دهیدرات یا ژپسوم ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) می باشد. بر اساس MSDS ممکن است عناصر با مقادیر اندک نیز در ترکیب آن وجود داشته باشد.

1) Mineral trioxide aggregate
2) Food and Drug Administration



شکل ۲-۲: پودر Pro Root MTA خاکستری و سفید

سمان پرتلند

منشاسمان پرتلند به اوایل تا اواسط دهه ۱۸۰۰ میلادی بر می گردد، زمانی که خانواده Aspdin در بریتانیا در حال بسط و توسعه آن بود. منشأ اسم آن به علت تشابه آن به یک نوع سنگ آهک معدنی می باشد که در جزیره پرتلند در ایالت Dorset در جنوب غربی انگلیس یافت می شود. امروزه، این ماده یک سمان هیدرولیک مرسوم است که در سیمان کاری، گچ کاری و ساروج کاری مورد استفاده قرار می گیرد. انجمن بین المللی تست و کنترل مواد (ASTM International) در آمریکا ده نوع مختلف از سمان پرتلند را به رسمیت می شناسد (ASTM Standard C150/C 150M- 12 2012)، ولی سمان پرتلند موجود در MTA فقط از نوع I می باشد. براساس ASTM C150/C150M واضح است که یک ترکیب مشخص و ثابت برای سمان پرتلند معرفی نشده است و اجزاء تشکیل دهنده آن شامل طیفی از غلظت های مختلف می باشد. به علاوه تفاوت در منابع خام و پروسه تولید بین تولید کنندگان مختلف قابل انتظار می باشد. بنابراین، تفسیر گزارشات تحقیقاتی که MTA را با سمان پرتلند مقایسه کرده اند باید متفکرانه صورت گیرد.

روش تولید سمان پرتلند مرسوم، به این صورت است که در ابتدا مواد خام استخراج می شود (معمولاً سنگ آهک یا کربنات کلسیم، خاک رس و یا سایر مواد)، سپس هر ماده معدنی خرد می شود تا به قطعات کوچکتر تقسیم شود. سپس آنها با نسبت مشخصی با هم مخلوط می شوند تا یک ترکیب مشخص را تشکیل دهند. سپس این ترکیب ساییده می شود و با هم مخلوط می شود. پس از آن وارد کوره استوانه ای چرخان شده و تا درجه حرارت ۱۶۵۰-۱۴۳۰ درجه سانتی گراد حرارت داده می شود. این مرحله باعث می شود مواد طی یک سری از واکنش ها که شامل تبخیر آب، دهیدراته شدن خاک رس و دکربنه شدن کربنات کلسیم (از دست دادن دی اکسید کربن برای تولید کلسیم اکسید) است با هم آمیخته شوند. در این مرحله به ترکیب حاصل، clinker گفته می شود. زمانی که clinker سرد شد آن را به صورت پودر با ذرات کوچک سایش می دهند که به آن سمان پرتلند گفته می شود.

جزء سمان پرتلند در MTA شامل تری کلسیم سیلیکات (Ca_3SiO_5 یا $3CaO.SiO_2$ که به آن alite نیز می گویند)، دی کلسیم سیلیکات (Ca_2SiO_4 یا $2CaO.SiO_2$ یا belite) و تری کلسیم آلومینات ($Ca_3Al_2O_6$ یا $3CaO.Al_2O_3$) می باشد. در MTA سفید نسبت به MTA خاکستری میزان کمتری از تری کلسیم آلومینات وجود دارد (Asgary et al, 2005). همچنین ترکیب تتراکلسیم آلومینوفریت ($4CaO.Al_2O_3.Fe_2O_3$) در MTA خاکستری موجود است ولی در MTA سفید وجود ندارد. از طرف دیگر، سمان

پرتلند موجود در MTA ترکیبی از CaO (سنگ آهک)، SiO₂ (سیلیکا) و Al₂O₃ (آلومینا) و همچنین ترکیب Fe₂O₃ (اکسید آهن) در MTA خاکستری می باشد. در پودر سمان پرتلند، تری کلسیم سیلیکات و دی کلسیم سیلیکات در بالاترین میزان در حد ۷۵ تا ۸۰ درصد وجود دارد و تری کلسیم آلومینات و تتراکلسیم آلومینوفریت هر کدام در حد ۱۰ درصد وجود دارند (Ramachandran et al. 2003). البته MTA نسبت به سمان پرتلند میزان تری کلسیم آلومینات کمتری دارد و ترکیبات Ca₂SiO₄, Ca₃SiO₅, Ca₃Al₂O₆, CaSO₄, Bi₂O₃ در MTA سفید به ترتیب به میزان ۱۹/۸، ۱/۳، ۳/۸، ۲۳/۲، ۵۱/۹ درصد می باشد (Belío-Reyes et al. 2009). همین تفاوت باعث شده است برخی معتقد باشند که پودر MTA به جای کوره در آزمایشگاه تولید می شود (Camilleri 2007, 2008). اگر چه برخی دیگر از محققان معتقدند که MTA به همان روش تولید سمان پرتلند تولید می شود (Darvell & Wu 2011). همچنین، CaO به میزان ۵۰ تا ۷۵ درصد، SiO₂ به میزان ۱۵ تا ۲۵ درصد، Al₂O₃ کمتر از ۲ درصد و Fe₂O₃ به میزان ۰/۵ تا ۰/۵ درصد می باشد (Darvell & Wu 2011).

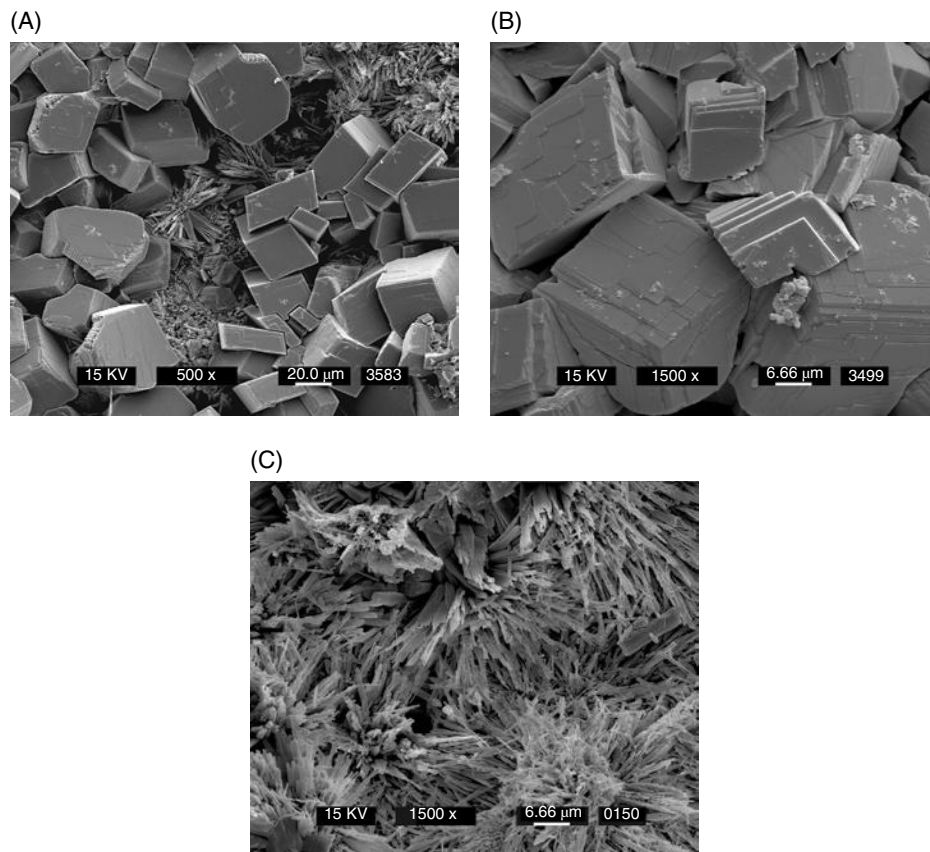
نقش اکسید بیسموت و ژئیسوم

اکسید بیسموت به عنوان یک ماده رادیوپاک در MTA وجود دارد، زیرا سمان پرتلند برای مقاصد دندانپزشکی به اندازه کافی رادیوپاک نیست. اگر چه این ماده، غیر محلول در آب در نظر گرفته می شود ولی نظریه هایی مبنی بر اینکه این ماده به طور کامل خنثی نیست و دارای نقش محدودی در فرآیند ست شدن MTA است، وجود دارد. زیرا اکسید بیسموت در ساختار کلسیم سیلیکات هیدراته شرکت می کند و با گذشت زمان از آن خارج می شود (Camilleri 2007, 2008). البته تعدادی از محققان با این نظریه مخالف هستند (Darvell & Wu 2011). صرف نظر از این موارد، به نظر می رسد افزودن اکسید بیسموت به سمان پرتلند باعث کاهش استحکام فشاری و افزایش تخلخل آن می شود که پیشنهاد کننده این مطلب است که اکسید بیسموت علاوه بر رادیوپاستی نقش های دیگری نیز دارد (Coomaraswamy et al. 2007).

به منظور تنظیم زمان ست شدن سمان پرتلند یا MTA، ژئیسوم به آنها اضافه می شود. ژئیسوم با اثر بر واکنش تری کلسیم آلومینات بر زمان ست شدن تأثیر می گذارد. گزارشات ضد و نقیضی وجود دارد که آیا کلسیم سولفات دی هیدراته در MTA وجود دارد یا اینکه سایر ترکیبات کلسیم سولفات مانند کلسیم سولفات همی هیدراته (CaSO₄.1/2H₂O) یا فرم غیر هیدراته (CaSO₄) در آن موجود هستند. (Camilleri 2007, 2008; Belío-Reyes et al. 2009; Gandolfi et al. 2010b; Darvell & Wu 2011). سمان پرتلند معمولی در مقایسه با MTA، دو برابر کلسیم سولفات دارد.

مورفولوژی پودر MTA

اندازه و شکل ذرات پودر MTA توسط محققان مختلفی بررسی شده است (شکل ۳-۲). اندازه ذرات سمان پرتلند در پودر MTA سفید از کمتر از ۱ میکرومتر تا ۳۰ الی ۵۰ میکرومتر متغیر هستند و اندازه ذرات اکسید بیسموت ۱۰ تا ۳۰ میکرومتر می باشد (Camilleri 2007). در بین ترکیبات مختلف MTA به نظر می رسد که در MTA سفید اندازه ذرات یکنواخت تر است (Komabayashi & Spångberg 2008) و تعداد ذرات بزرگ آن کمتر می باشد (Camilleri et al. 2005)، که این دو خصوصیت علت به کار بردن آسانتر MTA سفید نسبت به نوع خاکستری است. از نظر شکل الگوی بسیاری از ذرات نامنظم هستند و برخی از آنها ساختار سوزنی شکل دارند (Camilleri et al. 2005). همان طور که قبلاً نیز بیان شد مقایسه MTA با سمان پرتلند مشکل آفرین است زیرا بین انواع مختلف محصولات تجاری سمان پرتلند تفاوت قابل توجهی وجود دارد ولی Dammaschke و همکاران با استفاده از میکروسکوپ به این نتیجه رسیدند که ذرات MTA سفید نسبت به سمان پرتلند دارای اندازه یکنواخت و کوچکتری است (شکل ۴-۲) (Damaschke et al. 2005)، ولی از نظر شکل ذرات تفاوت بسیار اندکی بین MTA و سمان پرتلند دیده شده است (Komabayashi & Spångberg 2008). همان طور که انتظار می رود اگر چه اندازه ذرات پودر اولیه MTA نسبت به سمان پرتلند



شکل ۵-۴: (A) اسکن میکروسکوپ الکترونی MTA ست شده نشان دهنده مورفولوژی مختلف ذرات تولیدی واکنشی است. (B) بزرگنمایی ذرات مکعبی. (C) بزرگنمایی ذرات سوزنی شکل

بعد از ترمیم به صورت پیشرونده افزایش می یابد (VanderWeele et al. 2006). ترابی نژاد و همکاران نشان دادند که استحکام فشاری MTA از ۴۰ MPa در ۲۴ ساعت به ۶۷ MPa در روز ۲۱ بعد از ترمیم افزایش می یابد (Torabinejad et al. 1995).

فاکتورهای موثر بر ست شدن: افزودنی ها و تسریع کننده ها

انواع مختلفی از افزودنی ها برای بهبود خواص کاربرد و زمان ست شدن طولانی MTA معرفی شده اند. از افزودنی ها که با MTA (یا سیمان پرتلند و محصولات مشابه آن) مخلوط می شوند می توان کلسیم کلرید (CaCl_2)، هیپوکلریت سدیم (NaOCl)، کلر هگزیدین گلوکونات، ژلاتین K-Y، لیدو کائین HCl، سالیسین، کلسیم لاکتات گلوکونات، سدیم فلوروسیلیکات (Na_2SiF_6)، دی سدیم هیدروژن اورتوفسفات (Na_2HPO_4)، سدیم فلوراید (NaF)، کلرید استراتیوم (SrCl_2)، هیدروکسی آپاتیت [$\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$]، تری کلسیم فسفات [$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$]، اسید سیتریک ($\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$)، کلسیم فرمات، کلسیم نیتريت یا نیترات، متیل سلولز، متیل هیدروکسی اتیل سلولز و پلیمرهای محلول در آب را نام برد (Ridi et al. 2005; Bortoluzzi et al. 2006a, b, 2009; kogan et al. 2006; Ber et al. 2007; wiltbank et al. 2007; Ding et al. 2008; Hong et al. 2008; Huang et al. 2008; Camilleril 2009; Gandolfi et al. 2009; Hsieh et al. 2009; AlAnezi et al. 2011; Ji et al. 2011; lee et al. 2011; Appelbaum et al. 2012).

اگر چه بسیاری از مواد افزودنی در بهبود زمان ست شدن، ویژگی های کاربرد یا سایر خواص MTA موفق بوده اند ولی تعادل بالینی و زیست فعالی آنها به طور کامل مشخص نشده است. بنابراین تازمانی که نحوه تعادل زیستی مواد مشخص نشده است در انتخاب آماده

سازی MTA با سایر مواد به غیر از MTA اصلی باید احتیاط کرد.

اثر آب و رطوبت

از آن جا که MTA یک سمان هیدرولیک است، آب و رطوبت از اجزاء بسیار با اهمیت برای ست شدن MTA و ایجاد خواص ایده آل در آن هستند. هر چند کمبود یا ازدیاد رطوبت، تأثیر مضر بر ست شدن و خواص MTA می گذارد. طی روند ست شدن رطوبت زیاد، باعث افزایش تخلخل و شسته شدن MTA و در نتیجه تخریب ماده و کاهش استحکام MTA ست شده می شود (Walker et al. 2006). از طرف دیگر، اگر چه آب طی مخلوط کردن MTA مورد استفاده قرار می گیرد، ولی باید دانست که رطوبت دندان و بافت های اطراف باعث کمک به ست شدن MTA در کاربرد بالینی می شود. به عنوان مثال حتی اگر پودر MTA خشک در داخل کانال پک شود، اگر زمان کافی به آن داده شود تا رطوبت از طریق سمتموم یا کانال های فرعی به داخل آن نفوذ کند، در نهایت ست خواهد شد. (Budig & Eleazer 2008). بنابراین MTA در یک محیط نسبتاً خشک به خوبی MTA در یک محیط نسبتاً مرطوب عملکرد نخواهد داشت (Gancedo-Caravia & Garcia-Barbaro 2006). دسترسی به آب با مکانیسم جذب سطحی آب قبل از ست شدن بر سایر خواص MTA مانند انبساط آن تأثیر می گذارد (Gondolfi et al. 2009).

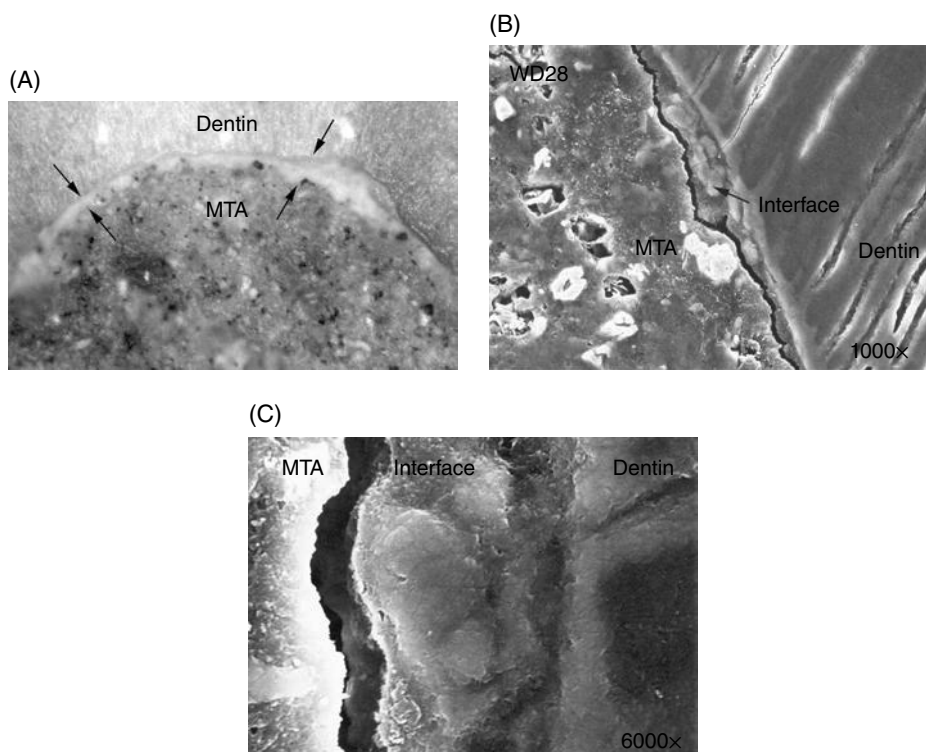
تعامل با محیط

در کاربردهای بالینی مختلف از جمله اقدامات اندودنتیک، MTA هم طی روند ست شدن و هم بعد از ست شدن در تماس با مایعات فیزیولوژیک مختلفی قرار می گیرد. این مایعات بر خواص شیمیایی و ویژگی های MTA تأثیر می گذارند. طی فرآیند ست شدن، اگر MTA در معرض محیط اسیدی قرار گیرد مانند وقتی که پالپ یا بافت های پری اپیکال ملتهب هستند بر ایجاد محصولات واکنشی تأثیر می گذارد. Lee و همکاران مشاهده کردند وقتی MTA در برابر محلول با pH=5 قرار بگیرد تولید کلسیم هیدروکسید (۲ دقیقه بعد از مخلوط کردن) کاهش می یابد (Lee et al. 2004). از طرف دیگر، حلالیت سطحی ذرات محصول واکنشی، باعث کاهش میکروهاردنس^۱ و تضعیف بقاء ماده می شود.

این مسئله توسط مطالعه دیگری (Namazikhah et al. 2008) نیز تأیید شده است. البته سایر محققان تفاوتی از نظر استحکام فشاری MTA زمانی که با آب مخلوط می شود و در pH ۷/۴ یا ۵، در معرض سالیین بافر شده با فسفات (PBS) قرار می گیرد گزارش نکرده اند (Watts et al. 2007).

زمانی که MTA در معرض سرم قرار می گیرد نیز تأثیری مضر بر ست شدن آن گذاشته می شود یعنی باعث تغییر در مورفولوژی سطحی، توزیع شیمیایی (Tingey et al. 2008) و سختی (Kang et al. 2012; Kim et al. 2012) آن می شود. ترمیم پرفوراسیون فورکا با MTA آلوده به خون نسبت به ترمیم MTA که با خون آلوده نشده است استحکام کمتری دارد (Vander Weele et al. 2006) و MTA آلوده به خون استحکام فشاری (Nekoofar et al. 2010) و میکروهاردنس (Nekoofar et al. 2011) کمتری دارد.

همچنین از آنجایی که ۵۰ تا ۷۵ درصد وزنی MTA، کلسیم اکسید است، اگر MTA طی ست شدن در معرض عوامل چلاتور کلسیم، مانند محلول شستشوی EDTA قرار گیرد، برای MTA مشکل ساز خواهد بود. همان طور که قبلاً نیز ذکر شد، ست شدن کلسیم سیلیکات و ایسته به حل شدن آن در آب و سپس رسوب محصولات واکنشی آن می باشد. محلول شستشوی EDTA به طور موثری کلسیم های آزاد شده طی این واکنش را جذب می کند. بنابراین باعث اختلال در هیدراتاسیون MTA و عدم تولید کلسیم هیدروکسید (Lee et al. 2007) و به تبع آن مانع از ایجاد کلسیم سیلیکات هیدراته می شود. از نظر ویژگی های MTA، اگر این ماده طی فرآیند ست شدن در معرض محلول های شستشو (هیپوکلریت سدیم، کلر هگزیدین گلوکونات، EDTA و BioPure MTAD) قرار گیرد، بعد از ۷ روز نسبت به MTA بی که با آب مقطر ست شده است میکروهاردنس و استحکام خمشی کمتری خواهد داشت (Aggarwal et al. 2011). از بین این مواد، EDTA و BioPure MTAD بیشترین اثر مخرب را دارد. BioPure MTAD هم اسیدی (pH 2) است



شکل ۶-۲: (A) تصویر میکروسکوپ نوری از محل تماس MTA-عاج (B) تصویر میکروسکوپ الکترونی از سطح مقطع تماس MTA-عاج (C) ناحیه ای که در شکل B در داخل مربع مشخص شده است با بزرگنمایی بالاتر نشان داده شده است.

و هم کلسیم را مصرف می کند. البته به نظر می رسد که تماس MTA با محلول های شستشو در اقدامات بالینی تاثیر کمتری داشته باشد. ناحیه ای که باید MTA قرار داده شود، بعد از شستشو با محلول های شستشو دهنده بویژه EDTA و BioPure MTAD و قبل از کاربرد MTA باید به اندازه کافی با آب مقطر شستشو داده شود تا مواد شیمیایی اندک باقیمانده در محیط پاکسازی شود و تماس MTA با ماده شستشو دهنده کاهش یابد.

MTA ست شده اگر در معرض BioPure MTAD و به میزان کمتر EDTA قرار گیرد (۷۲ ساعت بعد از مخلوط شدن) سطح آن خشن می شود، کلسیم آن خارج می شود و باعث حل شدن سطح آن فقط طی ۵ دقیقه تماس خواهد شد (Smith et al. 2007). البته باید در نظر داشت که تماس با این گونه مواد کوتاه مدت خواهد بود در غیر اینصورت سایر مواد مانند عاج نیز به همان صورت تحت تاثیر قرار خواهند گرفت. بنابراین اهمیت بالینی تماس MTA ست شده با محلول های شستشو دهنده از اهمیت بالینی زیادی برخوردار نیست.

تشکیل مناطق واکنشی

از زمان پیدایش MTA، مطالعات متعددی در مقالات نشان داده اند که این ماده زیست سازگاری عالی دارد و نسبت به سایر مواد دندانی با همین کاربرد، توانایی سیل بهتری دارد. به طور همزمان، سایر مطالعات نشان دادند MTA که در محلول فسفات نگهداری شود در سطح خود کریستال خواهد داشت ولی MTA که در آب نگهداری شود فاقد کریستال خواهد بود (Camilleri et al. 2005). Sarkar. و همکاران اولین افرادی بودند که نظریه زیست فعالی MTA را مطرح کردند که این وقایع را توضیح می دهد. آنها ترکیب رسوبات گلوبولار را که بر روی سطح MTA در تماس با محلول PBS تشکیل می شود را بررسی کردند و ذکر کردند که ترکیب این رسوبات مشابه با هیدروکسی آپاتیت است. به علاوه آنها مشاهده کردند که یک لایه بینابینی بین MTA و عاج مجاور ایجاد شد (شکل ۶-۲). با توجه به این یافته آنها ماهیت زیست فعالی MTA را توصیف کردند که از طریق حل شدن کلسیم و سپس ترکیب آن با فسفات برای ایجاد