مینرال تری اکسید اگریگیت
(ویژگی‌ها و کاربردهای بالینی)
(MTA)

مترجمین:

دکتر عباسعلی خادمی

استاد گروه اندودنتیکس دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی اصفهان

دکتر نداشکرچی‌زاده

استادیار گروه اندودنتیکس دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی اصفهان

ویراستار:

دکتر مژده کلانتر معتمدی

مدرس دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی

پیش گفتار

دندانپزشـــکان، به منظور حفظ دندان های طبیعی توســـط روش های پیشـــگیری و مداخلات درمانی، تلاش زیادی کرده اند. علیرغم این تلاش ها، افراد زیادی دچار پوســـیدگی دندان یا آســـیب های تروماتیک می شوند، که نیازمند درمان اندودنتیک هســـتند. سیستم کانال ریشه و پریودنشیوم از طریق مســـیرهای 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 گاهـــی اوقات کانال های کوچک به نام کانال های فرعی(جانبی) با پریودنشـــیوم در ارتباط اســـت. تخریب مینا و عاج توســـط پوسیدگی یا آسیب های تروماتیک و برداشت ســـمنتوم حین درمان پریودنتال می تواند منجر به ارتباط بین سیستم کانال ریشه، پالپ دندانی و پریودنشیوم گردد.

مســـیرهای یاتروژنیک ناشی از حوادث درمانی مانند پرفوراســـیون هایی که حین درمان کانال ریشه ایجاد می شوند منجر به ایجاد ارتباط بین سیستم کانال ریشه و پریودنشیوم می گردند. ارتباط پالپ با فلور دندان از طریق مسیرهای طبیعی یا ســـاختگی منجر به ایجاد التهاب پالپ و پری اپیکال و به دنبال آن تخریب این بافت ها می شـــود. بیماری پالپ و پری اپیکال بدون آلودگی باکتریایی شـــکل نمی گیرند. بنابراین اهداف اصلی درمان اندودنتیک پیشگیری از التهاب و عفونت پالپ، برداشـــت بافت بیمار، حذف میکروارگانیســـم ها و جلوگیـــری از آلودگی مجدد پس از درمان می‌باشد.

از آنجایی که مواد ترمیم یا پرکردگی، زیســـت سازگاری کافی و توانایی سیل مسیرهای ارتباطی بین سطوح خارجی و داخلی دندان را نداشـــتند، ماده تجربی مینرال تری اکســـید اگریگیت (MTA) معرفی شـــد.تیم ما در یک سری آزمایشـــات نشت دای با یا بدون آلودگی خون (*in vitro*)، نشت باکتریایی (*in vitro*)، بررسی میکروسکوپ اسکن الکترونی(SEM) تطابق حاشیه ای، 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 می شـــوند. ما بر اســـاس تحقیقاتمان گزارش کردیـــم MTA، دارای اکثر ویژگی هـــای ایده آل مواد ترمیمی به منظور پوشـــش پالپ، پالپوتومـــی، پلاگ اپیکال، پرفوراســـیون ریشه و ماده پرکردگی انتهای ریشـــه حین جراحی اپیکال می باشد 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 اســـاس ویژگی های آن منتشر شده اســـت. بیش از هزار مطالعه در مورد ویژگی ها و کاربردهای MTA موجود اســـت. MTA یکی از بیشـــترین مواد مورد بررسی در دندانپزشکی است. بر اســـاس شواهد موجود، می توان نتیجه گرفت که MTA، زیست ســـازگار و دارای سیل مناسب است و به طور ایمن می توان از آن به منظور پوشـــش پالپ، پالپوتومی، سد اپیکالی، پرفوراسیون ریشه، ماده پرکردگی انتهای ریشه، ماده پرکننده کانال ریشه و رژنراسیون 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 درمورد 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

مقدمه مترجمین

ای نام تو بهترین سر آغاز

هدف اصلی رشـــته اندودانتیکس حفظ و نگهداری دندان های طبیعی می باشـــد. ســـالانه 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 اکســـید اگریگیت که توســـط پروفســـور محمود ترابی نژاد نگارش شده اســـت یک کتاب جامع از ویژگی ها و کاربردهای بالینی مینرال تری اکســـید اگریگیت است. این دانشمند گرانمایه سرپرست آموزش تخصصی اندودانتیکس دانشکده دندانپزشـــکی لومالیندا – آمریکا می باشند. ایشان تاکنون بیش از ۲۰۰ سخنرانی بین المللی در بیش از ۴۰ کشـــور داشـــته اند. همچنین چهار کتاب و بیش از ۳۰۰ مقاله به چاپ رسانده اند. پروفسور ترابی نژاد پراستنادترین مولف در مجلات معتبر اندودانتیکس جهان هستند. این محقق برجسته تاکنون جوایز زیادی را کسب نموده اند که شـــامل اســـت بر: جایزه رالف سامر در سال ۱۹۸۶، جایزه لوییس گراســـمن در سال ۱۹۹۳، جایزه بشر دوستانه (فیلانتروفیســـت) از انجمن اندودنتیست های آمریکا در ســـال ۱۹۹۷، جایزه صد ساله وان گارد از دانشگاه لومالیندا در ســـال ۲۰۰۶، جایزه برترین تحقیق دانشکده دندانپزشکی در سال ۲۰۰۸، جایزه محقق برجسته دانشگاه لومالیندا به عنوان پیشـــگام در فعالیت های علوم ســـلامت در سال ۲۰۱۳، همچنین ایشـــان در سال ۲۰۱۶ دریافت کننده جایزه ادگار کولیج به خاطر نقش رهبری و فداکاری ســـتودنی در دندانپزشکی و رشته اندودنتیکس از انجمن اندودنتیســـت های آمریکا می باشند. ایشان رئیس سابق انجمن اندودنتیســـت های کالیفرنیا و رئیس سابق انجمن و بنیاد اندودنتیســـت های آمریکا بوده اند. همچنین ماده MTA که به عنوان یک ماده دندانی شـــناخته شده جهانی، نقش موثری در بهبود درمان های اندودانتیکس دارد، توســـط ایشان ســـاخته 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 پریرخ، اســـتاد ممتاز گروه اندودانتیکس دانشکده دندانپزشکی کرمان به خاطر تألیف ارزشمند فصل ۱۰ کتاب حاضر داریم.

بـــر خود لازم می داریم از جنـــاب آقای دکتر علیرضا روضاتی به خاطر زحمات ارزشمندشـــان در ترجمه این کتاب و ســـرکار 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 میکروارگانیسم 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 پریودنشیوم 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 ژیپسوم 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

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

فصل ۳ ..... خواص فیزیکی MTA ۴۵
Ricardo Caicedo, Lawrence Gettleman

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

فصل ۴ ..... کاربرد MTA در درمان پالپ زنده ۷۴
George Bogen, Joe H. Camp, Till Dammaschke

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

فهرست مطالب

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

فصل ۵..... درمان دندان های دارای پالپ نکروز همراه با اپکس باز ۱۰۸
David E.Witherspoon ,Shahrokh Shabahang

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

فصل ۶..... رژنراسیون در اندودنتیکس (Revitalization / Revascularization) ۱۳۳
George T.-J.Huang, Robert P.Corr , Mahmoud Torabinejad

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

فهرست مطالب

نقش DPSCs ها 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 حفره 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

علل، نشانگرها و پیشگیری ۱۷۸
درمان ۱۷۸
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 ۱۸۰
۳. درمان پیگیری ۱۸۱
۴. ارزیابی پیگیری ۱۸۱
۵. پیش آگهی ۱۸۱
خلاصه ۱۸۲
منابع ۱۸۳

فصل ۸..... پر کردن کانال با MTA ۱۸۶
Nicholas Chandler , Ingrid Lawaty , George Bogen

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

فهرست مطالب

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

فصل ۹..... پرکردگی های انتهای ریشه با MTA..... ۲۲۳
Su-Jung Shin ,Seung-Ho Baek

هدف از پرکردگی های انتهای ریشه ۲۲۴
تاریخچه مواد پرکردگی انتهای ریشه ۲۲۴
آمالگام ۲۲۵
مواد با پایه ZOE :IRM و Super EBA..... ۲۲۵
مواد با پایه رزین: رتروپلاست و Geristore..... ۲۲۶
MTA..... ۲۲۷
MTA خاکستری در مقابل MTA سفید ۲۲۷
انواع جدید سمان های شبه MTA..... ۲۲۸
پیش نیازهای مواد ایده آل پرکننده انتهای ریشه ۲۲۸
مزایای MTA..... ۲۲۸
معایب MTA..... ۲۲۹
سمیت سلولی و زیست سازگاری ۲۳۰
زیست فعالی..... ۲۳۱
توانایی سیل کنندگی ۲۳۳
اثر ضد باکتریایی ۲۳۳
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 کریر و سرنگ مانند..... ۲۳۴
Lee MTA Pellet Forming block..... ۲۳۷

فهرست مطالب

نتایج کلینیکی ۲۳۷
نتیجه گیری ۲۴۱
منابع ۲۴۲

فصل ۱۰ ..... سمان های با پایه کلسیم سیلیکات ۲۴۸
Mahmoud Torabinejad ,Masoud Parirokh

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

فهرست مطالب

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

فهرست مطالب

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

فهرست مطالب

Generex A ۲۷۴
ترکیب شیمیایی و خواص فیزیکی ۲۷۴
مطالعات کشت سلولی ۲۷۴
Ceramicrete-D ۲۷۴
ترکیب شیمیایی و خواص فیزیکی ۲۷۴
Nano-Modified MTA (NMTA) ۲۷۵
ترکیب شیمیایی و خواص فیزیکی ۲۷۵
Light-cured MTA ۲۷۵
ترکیب شیمیایی و خواص فیزیکی ۲۷۵
کاشت زیر پوستی ۲۷۵
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 ۲۷۶
منابع ۲۷۷

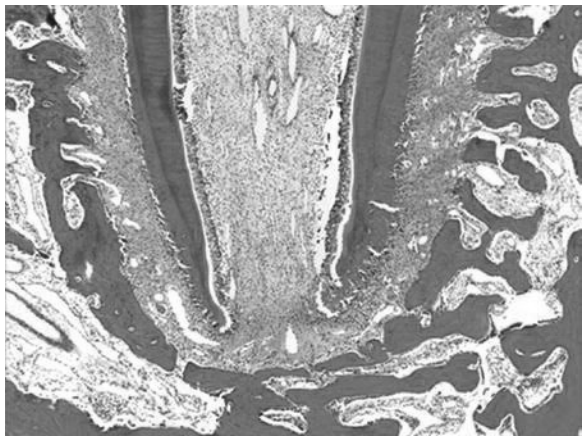
فصل ۱

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 میکروارگانیسم 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 پریودنشیوم 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 کانال‌های جانبی یا کانال های فرعی می گویند، با پریودنشیوم ارتباط دارد. مسیرهای ایاتروژنیک طی حوادث حین کار مانند پرفوراسیون حین درمان کانال ریشه ایجاد شده و بین سیستم کانال ریشه و پریودنشیوم 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 پریودنتال می تواند منجر به ایجاد ارتباط بین سیستم کانال ریشه و پالپ دندانی با پریودنشیوم گردد.

مسیرهای طبیعی [1]

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

فورامن اپیکال

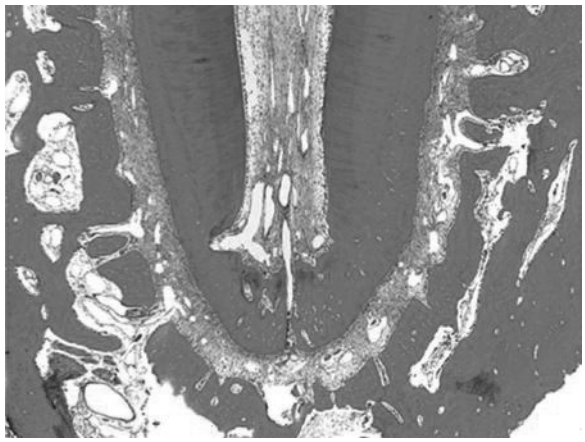
دهانه های اپیکال ریشه ها راه های اصلی ارتباط بین سیستم کانال ریشه و محتویات آن با بافت های پری رادیکولار (سمنتوم، لیگامان پریودنتال و استخوان آلوئولار) می باشند. فورامن اپیکال در ابتدا بسیار بزرگ است (شکل ۱-۱). طی رویش دندان و تداوم تکامل آن، فضای کانال ریشه با رسوب عاج باریک می شود و فورامن اپیکال با رسوب سمان تغییر شکل می یابد (شکل ۲-۱). ادامه ی رشد غیر فعال دندان‌ها و شیفت مزیالی 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 پریودنتال اپیکال و تحلیل استخوان، سمان و حتی عاج می شود (شکل ۳-۱).

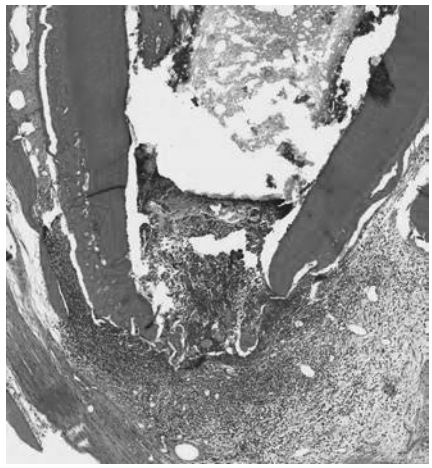
کانال های جانبی [2]

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

1) Natural pathways
2) Lateral canals



شکل ۲-۱: با رویش 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.

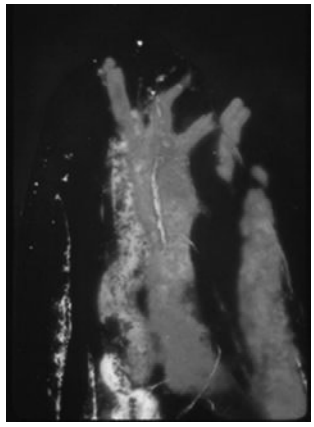
دندانی وجود داشته اند، باقی بمانند یک تماس مستقیم بین لیگامان پریودنتال و پالپ دندانی برقرار می شود. به این کانال ارتباطی، کانال جانبی یا فرعی می گویند. معمولاً کانال های جانبی بیشتر در دندان های خلفی و بیشتر در قسمت اپیکال ریشه ها وجود دارند (Hess 1925; Green 1955; seltzer et al. 1963)(شکل ۴-۱).

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

توبول های عاجی[1]

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 مزیوباکال مولر اول ماگزیلا

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[1] آنها کاهش می یابد.

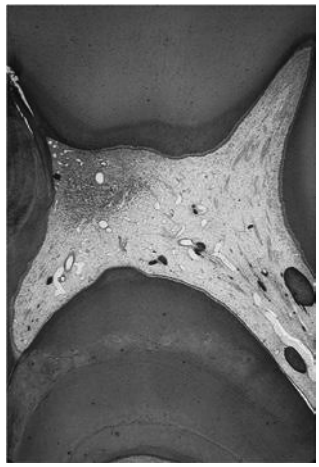
وجود یک لایه به هم پیوسته از سمان روی سطح ریشه یک سد موثر علیه نفوذ باکتری ها و محصولات جانبی آنها به داخل سیستم کانال ریشه است. فقدان مادرزادی سمان، پوسیدگی یا برداشت سمان طی درمان های پریودنتال یا مسواک زدن شدید می تواند باعث باز شدن تعداد زیادی از کانال های ارتباطی بین پالپ و پریودنشیوم گردد. از نظر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

مسیرهای پاتولوژیک و ایاتروژنیک

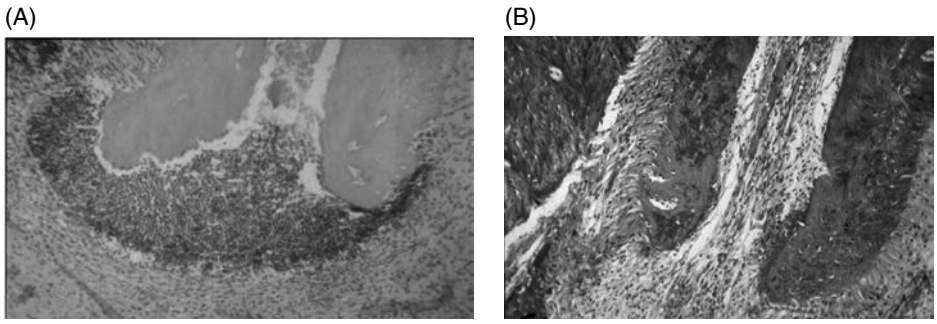
مسیرهای ارتباطی پاتولوژیک و ایاتروژنیک بین سیستم کانال ریشه و حفره دهان و همچنین بین سیستم کانال ریشه و پریودنشیوم شامل پالپ اکسپوز شده به دلیل پوسیدگی، پرفوراسیون ریشه طی آماده سازی حفره دسترسی، پاکسازی و شکل دهی، آماده سازی فضای پست و شکستگی عمودی طی پر کردن کانال ریشه می باشند.

---

1) Patency



شکل ۶-۱: وجود پاسخ التهابی شدید در محل در معرض پوسیدگی در دندان مولر انسان



شکل ۷-۱: (A) وجود ضایعه پری اپیکال در دندان مولر رت که در معرض باکتری های موجود در فلور نرمال دهان قرار گرفته است. (B) فقدان بیماری پالپ و پری اپیکال در دندان مولر رت عاری از ارگانیسم که در معرض حفره دهان قرار گرفته است.

پوسیدگی های دندانی

عاج و مینای پوسیده حاوی گونه های مختلفی از باکتری ها مانند استرپتوکوک موتانس، لاکتوباسیل و اکتینوماسیس ها می باشد (Mckay 1976). وجود این میکروب ها باعث تولید توکسین هایی می شود که از طریق توبول های عاجی به پالپ نفوذ می کنند. مطالعات نشان داده اند که حتی ضایعات کوچک در مینا دارای توانایی جذب سلول های التهابی به داخل بافت پالپ می باشند (Brännström & lind 1965; Baume 1970).

به علت وجود میکروارگانیسم ها و محصولات جانبی آنها در عاج، سلول های التهابی مزمن مانند ماکروفاژها، لنفوسیت ها و پلاسماسل ها در بافت پالپ به صورت موضعی (در قاعده توبول هایی که دچار پوسیدگی شده اند) ارتشاح می یابند. با پیشرفت پوسیدگی به سمت پالپ، تغییر قابل توجهی در شدت و خصوصیات روند التهابی اتفاق می افتد (شکل ۶-۱).

به دنبال اکسپوز پالپ، بافت پالپ عمدتاً توسط سلول های لکوسیت چند هسته ای[1] (PMN) ارتشاح یافته و یک ناحیه نکروز میعانی در محل پالپ اکسپوز شده ایجاد می شود (Lin & Langeland 1981). باکتری ها می توانند در ناحیه نکروز میعانی کلونیزه شده و باقی بمانند. بافت پالپ می تواند قبل از نکروز نهایی برای مدت طولانی ملتهب باقی بماند و یا اینکه در مواردی ممکن است پالپ سریعاً از بین برود. ویرولانس باکتری ها، مقاومت میزبان، میزان جریان خون و مهمتر از همه میزان درناژ نقش محوری در این روند ایفا می کنند.

1) Polymorphonuclear leukocytes

شکل ۸-۱: جستجوی دهانه کانال های ریشه از طریق یک حفره دسترسی با گسترش ناکافی می تواند منجر به پرفوراسیون جانبی ریشه شود.

شکل ۹-۱: عدم تشخیص عمق نفوذ فرز طی آماده سازی حفره دسترسی می تواند منجر به گاجینگ یا پرفوراسیون ناحیه فورکا شود.

نقش میکروارگانیسم ها

طی روند قرار گرفتن پالپ در معرض حفره دهان، سیستم کانال ریشه محلی برای تجمع باکتری ها و محصولات جانبی آنها می شود. به علـت موقعیت آن، فقدان عمومی جریان خون جانبی و ظرفیت محدود پالپ (Van Hassel 1971; Heyeraas 1989) پالپ توانایی دفاع از خود در برابر باکتری های مهاجم را ندارد. دیر یا زود عفونت باکتریایی از طریق سیستم کانال ریشه گسترش می یابد و باکتری ها و یا محصولات جانبی آنها از سیستم کانال ریشه به بافت های پری رادیکولار، منتشر می شوند و منجر به ایجاد ضایعه پری رادیکولار می گردند (شکل ۷-۱).

برای نشـان دادن اهمیت باکتری ها در بیماری زایی بیماری های پالپ و پـری رادیکولار، Kakehashi و همکاران پالپ های دندانی رت هـای معمولـی و عاری از میکروب را در معرض حفره دهانی آنها قرار دادند. آنها مشـاهده کردند که ضایعـات پالپ و پری اپیکال در رت‌های معمولی ایجاد شدند ولی چنین ضایعاتی در رت های عاری از میکروب بوجود نیامدند (شکل ۷-۱).

Möller و همکاران، پالپ دندان اسـتریل و آلوده را در کانال های ریشه دندان میمون ها سـیل کردند. بعد از ۶ تا ۷ ماه معاینات بالینی، رادیولوژی و هیسـتوپاتولوژی هیچگونه تغییر پاتولوژی در بافتهای پری اپیکال دندان هایی که پالپ قطع شده آنها به صورت استریل سیل شـده بود، نشان ندادند ولی در دندان هایی که پالپ عفونی در آنها سیل شده بود واکنش های التهابی در بافت های پری اپیکال یافت شد. این مطالعات اهمیت میکروارگانیسم ها در بیماری زایی ضایعات پالپ و پری اپیکال را نشان می دهند.

پرفوراسیون های ریشه[1]

طی آماده سازی حفره، پاکسازی و شکل دهی کانال یا آماده سازی فضای پست ممکن است ریشه ها پرفوره شوند.

1) Root perforations

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 کرونال ریشه ممکن است با گشاد سازی بیش از حد کانال توسط فایل، دریل گیتس گلیدن یا پیزوریمر ایجاد شوند.

پرفوراسیون های ریشه طی آماده سازی حفره دسترسی

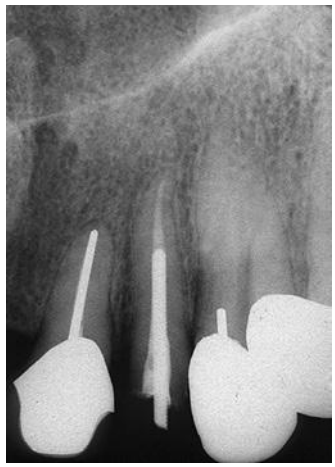
طی آماده سازی حفره دسترسی، سطح جانبی یا محل فورکا ممکن است پرفوره شود (شکل ۸-۱). عدم توجه به درجه تمایل محور طولی دندان نسبت به دندان های مجاور و موازی نبودن فرز با محور طولی دندان می تواند منجر به گاجینگ[1] یا پرفوراسیون شود (فصل ۷ را ببینید).

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 درقسمت 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 کرست 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 معمولا با یک پاکت پریودنتال باریک و یا دهانه سینوس ترکت و یک رادیولوسنسی 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 ورای اپکس رادیولوژی نمونه ای از این نوع حوادث حین کار می باشد. پرفوراسیون های جانبی ریشه معمولاً نتیجه عدم توانایی دندانپزشک درحفظ انحنای کانال طی پیشبرد فایل به سمت اپکس یا پس از ایجاد لج[1] می باشند.

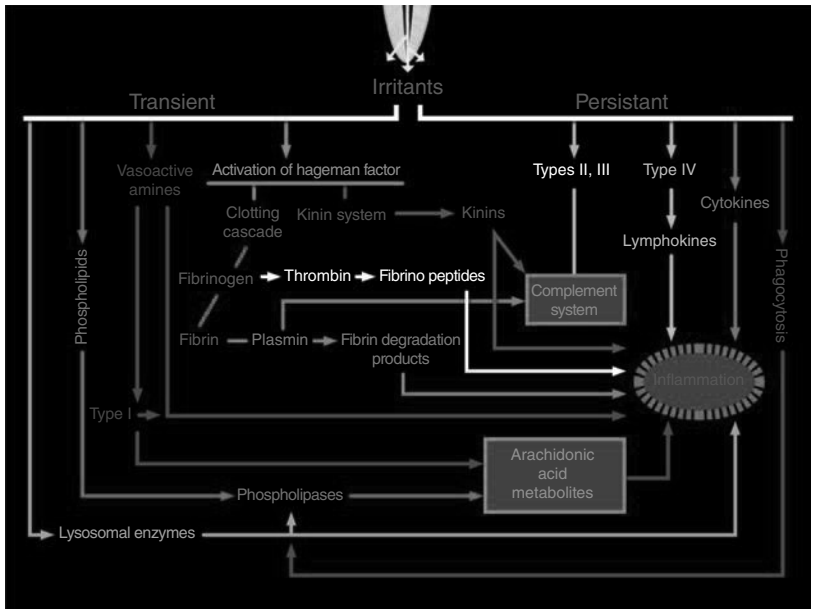
عبور از کانال لج شده همیشه امکان پذیر نیست. فشار در جهت نامناسب و پیشبرد فایل تحت فشار ممکن است منجر به ایجاد یک کانال جدید و به دنبال آن پرفوراسیون جانبی ریشه شود (شکل ۱۰-۱).

پرفوراسیون های کرونال 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 پیزوریمر 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.

1) ledge



شکل ۱۴-۱: خروج مواد محرک از کانال ریشه عفونی به بافت های پری اپیکال می تواند منجر به فعال شدن واسطه های التهابی اختصاصی و غیر اختصاصی شود.

بطور ایده آل، فضای پست، گشاد سازی محافظه کارانه فضای کانال آماده سازی شده با طول مطلوب برای گیر و طول کافی ماده پر کننده باقیمانده کانال ریشه به منظور فراهم آوردن سیل اپیکال مناسب است. پست باید با محور طولی کانال موازی باشد. عرض آن نباید از ۱/۳ عرض ریشه تجاوز نماید و طول آن نباید از ۲/۳ طول کارکرد بیشتر باشد (شکل ۱۲-۱). ترجیحاً، آماده سازی باید در ابتدا با وسایل دستی انجام پذیرد.

شکستگی عمودی[1]

اگر چه سایر فاکتورها مانند قرار گیری پست و ترمیم ممکن است فاکتورهای همراه باشند ولی علت اصلی معمولاً روش های درمان کانال ریشه است (Gher et al. 1987). به نظر می رسد که این پدیده به علت کاربرد غیر محافظه کارانه نیروهای متراکم کننده حین پر کردن کانال های کمتر از حد و یا بیشتر از حد آماده سازی شده است و شکستگی عمودی ریشه را به همراه دارد (Holcomb et al. 1987). بهترین روش به منظور جلوگیری از شکستگی عمودی ریشه، آماده سازی مناسب کانال و اعمال فشار متوازن حین پر کردن کانال است.

از نظر رادیولوژی، شکستگی واضح ریشه (شکل ۱۳-۱) یا فقدان یک مرز مشخص بین مواد پر کننده کانال ریشه (که به صورت نامنظم و دارای تراکم نامناسب است) و دیواره های عاجی نشانگر حضور یک شکستگی عمودی می باشد. شکستگی های عمودی طولانی مدت معمولاً با یک پاکت پریودنتال باریک و یا دهانه سینوس ترکت و یک رادیولوسنسی جانبی گسترش یافته به سمت قسمت اپیکال شکستگی عمودی همراه می باشند.

بیماری پری رادیکولار

بر خلاف بافت پالپ، بافت های پری رادیکولار (لیگامان پریودنتال و استخوان) دارای منبع نامحدودی از سلول های تمایز نیافته می باشند که می توانند در فرآیندهای التهابی و یا ترمیمی شرکت نمایند. به علاوه بافت های پری رادیکولار، جریان خون جانبی و درناژ لنفاوی غنی دارند. این خصوصیات، بافت های پری رادیکولار را قادر می سازد که با عوامل مخرب مرتبط با مواد محرک سیستم کانال ریشه مقابله کند.

1) Vertical fracture

فرآیند التهابی ضایعات پری رادیکولار

بیماری های پری رادیکولار می تواند برحسب شدت تحریک، مدت زمان و پاسخ میزبان ناشی از پالپ یا عوامل ایاتروژنیک، از یک التهاب مختصر تا تخریب وسیع بافتی متغیر باشد. آسیب به بافت های پری رادیکولار معمولاً منجر به آسیب سلولی و آزاد شدن واسطه‌های ایمنی اختصاصی و غیر اختصاصی واکنش های التهابی می شود (Torabinejad et al. 1985)(شکل ۱۴-۱). آسیب فیزیکی یا شیمیایی به بافت های پری رادیکولار حین درمان کانال ریشه می تواند باعث آزاد شدن آمین های وازواکتیو مانند هیستامین، فعال شدن فاکتور هاگمن، فعال شدن سیستم کینین، آبشار انعقادی، سیستم فیبرینولیتیک و سیستم کمپلمان و به دنبال آن آزاد شدن قطعات C۳ کمپلمان در ضایعات پری رادیکولار انسان شود (Pulver 1978). آزاد شدن این فاکتورها می تواند به فرآیندهای التهابی در بافت های پری رادیکولار کمک کرده و باعث ایجاد التهاب، تورم، درد و تخریب بافتی گردد.

مهار شکل گیری ضایعات پری اپیکال با تجویز سیستمیک اندومتاسین در گربه، اهمیت گروه دیگری از واسطه های غیر اختصاصی التهاب (متابولیت های اسید آراشیدونیک) در بیماری زایی ضایعات پری رادیکولار را نشان می دهد (Torabinejad et al. 1979).

علاوه بر واسطه های التهابی غیر اختصاصی، واکنش های ایمونولوژی نیز می توانند در ایجاد و تداوم ضایعات پری اپیکال نقش داشته باشند (شکل ۱۴-۱). وجود فاکتورهای ایمونولوژی متنوع (مانند آنتی ژن ها، ایمونوگلوبولین E و ماست سل ها) در ضایعات پالپ و پری اپیکال نشان می دهد که واکنش ایمونولوژی تایپ یک می تواند در بافت های پری اپیکال اتفاق بیفتد. کلاس های متنوع ایمونوگلوبولین ها و انواع مختلف سلول های ایمونولوژی مانند لکوسیت های PMN، ماکروفاژها، سلول های B و T، قطعات کمپلمان C۳ و کمپلکس های ایمنی درضایعات پری اپیکال انسان یافت شده اند (Torabinejad & kettering 1985). وجود این اجزاء در ضایعات پری اپیکال نشان می دهد که واکنش های ایمونولوژی تایپ ۲، ۳ و ۴ نیز می توانند در ایجاد این ضایعات نقش داشته باشند.

مواد سیل کننده مسیرهای سیستم کانال ریشه و پریودنشیوم

مواد متنوعی برای سیل ارتباط بین سیستم کانال ریشه و سطح خارجی دندان معرفی شده اند که شامل گوتاپرکا، آمالگام، سمان پلی کربوکسیلات، سمان زینک فسفات، خمیر زینک اکساید اوژنول، سمان IRM، سمان EBA، کویت، گلاس آینومر، رزین کامپوزیت و سایر مواد همچون ورقه های طلا، پوینت های نقره، سیانوآکریلات، Poly HEMA و Hydron، سیلر دیاکت، پیچ های تیتانیومی و تفلون می باشند.

تا سالهای زیادی این مواد خصوصیات ایده آلی به عنوان ماده ترمیم کننده ارائه ندادند تا اینکه یک ماده تجربی Mineral Trioxide aggregate (MTA) در سال ۱۹۹۳ معرفی شد.

ترابی نژاد و همکاران در آزمایشات مختلفی نشت دای با یا بدون آلودگی خون به صورت *in vitro*، نشت باکتریایی به صورت *in vitro* و تطابق مارجینال رپلیکاها را با میکروسکوپ الکترونیکی، زمان ست شدن، استحکام فشاری، قابلیت انحلال، سمیت سلولی، کاشته شدن در استخوان و کاربرد ماده در حیوان را بررسی کردند (Torabinejad et al. 1993; Higa et al. 1994; Pitford et al. 1995; Torabinejad et al. 1995 a, b, c, d, e, f, g; Tang et al. 2001).

مواد موجود مانند آمالگام، IRM یا SuperEBA به عنوان مقایسه مورد بررسی قرار گرفته اند. توانایی سیل کنندگی MTA، در روش‌های نشت دای، نشت باکتریایی و نشت اندوتوکسین نسبت به آمالگام و Super EBA بالاتر بود و این توانایی سیل کنندگی تحت تأثیر آلودگی خون قرار نگرفت (Torabinejad et al. 1993, 1995a; Higa et al. 1994; Tang et al. 2001). توانایی تطابق حاشیه ای MTA نسبت به آمالگام، IRM و SuperEBA بهتر بود (Torabinejad et al. 1995).

زمان ست شدن MTA کمتر از ۳ ساعت بود که این زمان نسبت به آمالگام و IRM بسیار طولانی تر بود.

استحکام فشاری و قابلیت انحلال MTA به ترتیب مشابه با IRM و SuperEBA بود (Torabinejad et al. 1995).