

ترمیم دندان‌های درمان ریشه شده مبانی و تکنیک‌های بالینی

تالیف:

دکتر محمود بهاری

متخصص دندانپزشکی ترمیمی و زیبایی

فلوشیپ جراحی و درمان ریشه

استادیار دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی تبریز

با همکاری:

دکتر مهدی رهبر

دکتر سید رضا خسروانی

دستیاران تخصصی دندانپزشکی ترمیمی و زیبایی

دانشگاه علوم پزشکی تبریز

سرشناسه	: بهاری، محمود، ۱۳۵۸ -
عنوان و نام پدیدآور	: ترمیم دندان‌های درمان ریشه‌شده (مبانی و تکنیک‌های بالینی) / تألیف محمود بهاری، با همکاری مهدی رهبر، سیدرضا خسروانی.
مشخصات نشر	: تهران : شایان نمودار، ۱۳۹۷.
مشخصات ظاهری	: ۳۳۶ ص.: مصور.
شابک	: ۹۷۸-۹۶۴-۲۳۷-۳۶۳-۵
وضعیت فهرست نویسی	: فیپا
یادداشت	: کتابنامه.
موضوع	: دندانپزشکی ترمیمی
موضوع	: Dentistry, Operative
موضوع	: آندودونتیک
موضوع	: Endodontics
شناسه افزوده	: رهبر، مهدی، ۱۳۶۷ -
شناسه افزوده	: خسروانی، سیدرضا، ۱۳۶۲ -
رده بندی کنگره	: RK۵۰۱/۹ت۴ ۱۳۹۷
رده بندی دیویی	: ۶۱۷/۶۰۵
شماره کتابشناسی ملی	: ۵۱۲۹۷۲۸

نام کتاب: ترمیم دندان‌های درمان ریشه‌شده (مبانی و تکنیک‌های بالینی)

تألیف: دکتر محمود بهاری

با همکاری: دکتر مهدی رهبر، دکتر سیدرضا خسروانی

ناشر: انتشارات شایان نمودار (به سفارش دانشگاه علوم پزشکی تبریز)

تیراژ: ۵۰۰ جلد

مدیر تولید: مهندس علی خزعلی

طرح جلد: آتلیه طراحی شایان نمودار

حروف چینی و صفحه آرای: انتشارات شایان نمودار

نوبت چاپ: اول

تاریخ چاپ: بهار ۱۳۹۷

شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۲۳۷-۳۶۳-۵

قیمت: ۲۰۰،۰۰۰ ریال



شایان نمودار

دفتر مرکزی: تهران / میدان فاطمی / خیابان چهلستون / خیابان دوم / پلاک ۵۰ / بلوک B / طبقه همکف / تلفن: ۸۸۹۸۸۸۶۸



وب سایت: shayannemoodar.com



اینستاگرام: Shayan.nemoodar

(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 مولفان و مصنفان ایران قرار دارد.)

تقدیم به:

دریای بی‌کران فداکاری و محبت؛ **مادرم**

استوارترین تکیه‌گاهم؛ **پدرم**

اسطوره‌ی زندگی‌ام؛ **همسرم**

امید زندگی‌ام؛ **پسرم** محمدصدرا

و

اساتید بزرگوار دندانپزشکی ترمیمی و زیبایی

علی‌الخصوص جناب آقای دکتر سیاوش سوادى اسکویی

دل گر چه درین بادیه بسیار شتافت
یک موی ندانست ولی موی شکافت
گرچه ز دلم هزار خورشید بتافت
آخر به کمال ذره‌ای راه نیافت
ابن سینا

داشتن دندان‌های سالم از ارکان سلامت انسان است. اگر چشم‌ها، پنجره‌ای به بیرون است، دهان نیز راهی به درون بدن است و درواقع دهان به عنوان دریچه‌ای به سلامتی شناخته می‌شود. بنابراین نگهداری از دندان‌های طبیعی انسان یک فاکتور مهم در تلاش برای ارتقاء بهداشت دهانی و کیفیت زندگی است. در آموزه‌های دین مبین اسلام نیز دستورات فراوان بهداشتی از سوی ائمه اطهار (ع) براساس اصل بدیهی «پیشگیری مقدم بر درمان» مطرح گردیده است. همچنین درمان‌های دندانپزشکی و کنترل بهداشت دهان مقدم بر کشیدن دندان مورد توجه علمای بزرگ طب سنتی ایران بوده است. به عنوان مثال، محمد بن زکریای رازی پزشک مشهور ایرانی می‌گوید: «باید قبل از کشیدن دندان به همه وسایل معالجه متوسل شد و فقط در صورتی که ناگزیر شدیم باید دست به کشیدن دندان بزنیم.»

با وجود این، امروزه کشیدن دندان‌های تخریب شده یا شکسته و قرار دادن ایمپلنت افزایش یافته است. کار به جایی رسیده که به نظر می‌رسد برخی دندانپزشکان تمایل دارند به طور روتین کشیدن دندان‌هایی که حتی ممکن است دارای پیش‌آگهی مناسب جهت حفظ و نگهداری باشند و جایگزینی با ایمپلنت را پیشنهاد دهند و در کل به نظر می‌رسد مردم نیز این روش درمانی را قبول کرده‌اند. در کشور ما نیز با توجه به گسترش روزافزون دوره‌های آموزشی ایمپلنت و اقبال گسترده همکاران دندانپزشک به این دوره‌ها و برخی عوامل دیگر پاندول در مسیر جایگزینی دندان‌ها با ایمپلنت بیش از حد نوسان می‌کند. این در حالیست که قبل از گزینه جدید جایگزینی دندان‌های شکسته و تخریب شده با ایمپلنت‌های دندانی دندانپزشکان به طور معمول برای نجات دندان‌ها حتی بعضی اوقات با تلاش‌های قهرمانانه تا جایی که امکان داشت قبل از کشیدن آنها تلاش می‌کردند.

در شرایط کنونی با وجود فعالیت و دخالت شرکتها و موسسات آموزشی متعدد در امر آموزش‌های پس از فارغ التحصیلی اکثریت این آموزش‌ها در زمینه ایمپلنت‌های دندانی می‌باشد. افزایش مهارت‌ها و اطلاعات دندانپزشکان عمومی در زمینه ایمپلنت‌های دندانی با وجود این که می‌تواند باعث ارتقاء سطح خدمات دندانپزشکی و ارتقاء خدمات توانبخشی به بیماران با بی‌دندانی پارسیل یا کامل شود، از سوی دیگر عدم ارتقاء دانش پایه در سایر زمینه‌ها مانند اندودنتیکس و ترمیمی به طور ناخواسته روی کیفیت تشخیص و طرح درمان بیماری‌های دهان و دندان تاثیر نامطلوب می‌گذارد، به طوری که طرح درمان‌های ارائه شده به بیماران به جای تلاش برای حفظ و

نگهداری دندان‌های طبیعی به سمت کشیدن دندان و جایگزینی با ایمپلنت سوق داده می‌شود که علاوه از تحمیل هزینه‌های گزاف به سیستم بهداشتی - درمانی و مردم تاثیر نامطلوبی روی شاخص DMFT و سایر پارامترهای کیفیت زندگی مرتبط با سلامت دهانی جامعه دارد.

دندان‌های درمان ریشه شده به دلیل این‌که قسمت اعظم ساختار تاجی خود را در اثر پوسیدگی‌ها، شکستگی‌ها و ترمیم‌های وسیع قبلی از دست می‌دهند، با احتمال بیشتری در مسیر حرکت این پاندول قرار می‌گیرند و ممکن است علیرغم قابلیت نگهداری و ترمیم مجدد قربانی شوند. از طرف دیگر، با وجود مطالعات گسترده روی طرح درمان ترمیمی دندان‌های درمان ریشه شده، انتخاب روش‌ها و مواد ترمیمی مناسب هنوز هم با تناقضات و سوالات پاسخ داده نشده بسیاری مواجه است. مشکل بودن طرح درمان ترمیمی این دندان‌ها زمانی واضح‌تر می‌شود که اگر از تعدادی دندانپزشک راجع به طرح درمان ارجح آنها برای یک دندان درمان ریشه شده و شدیداً تخریب شده به خصوص در ناحیه زیبایی سوال شود راهکارهای درمانی متفاوتی توسط آنها ارائه می‌شود و اکثرشان نیز ابراز می‌کنند که در انتخاب طرح درمان مناسب از بین انواع مختلف روش‌ها و مواد ترمیمی همیشه دچار شک و تردید هستند. افزون بر این، وجود مواد مختلف در بازار و ارائه تکنیک‌ها و مواد جدید به صورت مستمر قبل از این‌که مواد و روش‌های قبلی به طور کامل ارزیابی شده باشند انتخاب طرح درمان مناسب را پیچیده‌تر می‌کند که می‌تواند باعث افزایش قربانی‌های مسیر پاندول شود.

مطالعات متعدد نشان داده است که انجام یک درمان ریشه با کیفیت مناسب و یک ترمیم تاجی با سیل کافی، هر دو برای موفقیت درازمدت یک دندان نیازمند درمان ریشه ضروری هستند. همچنین در کشور عزیزمان نیز یک مطالعه اپیدمیولوژیک معتبر ضمن تایید مطالعات فوق نشان داده که هنوز هم تعداد قابل توجهی درمان ریشه و ترمیم‌های تاجی با کیفیت نامطلوب انجام می‌شوند که منجر به شکست درمان و تحمیل هزینه‌های مضاعف می‌شود. بنابراین تلاش و برنامه‌ریزی مضاعفی جهت بهبود کیفیت درمان‌های ریشه و ترمیمی به خصوص در میان همکاران دندانپزشک عمومی به منظور ارتقاء بهداشت دهانی و پری آپیکال لازم است تا کیفیت زندگی مرتبط با سلامت دهانی در جامعه بهبود یابد.

ارائه طرح درمان ترمیمی مناسب برای یک دندان درمان ریشه شده نیازمند شناخت و آگاهی از خصوصیات ذاتی ساختاری این دندان‌ها و تفاوت‌های بیومکانیکی آن با دندان‌های دارای پالپ، نیازمندی‌های عملکردی و زیبایی، پیچیدگی‌های درمان ریشه و روش‌های ارزیابی کیفیت و پیش‌آگهی آن، ضایعات ترکیبی اندودنتال - پرودنتال و سایر عوامل بی‌شمار است که نمایان‌گر اهمیت دانش و تجربه کافی دندانپزشک و اهمیت همکاری‌های بین رشته‌ای و مشاوره‌های تخصصی در موفقیت طرح درمان ارائه شده می‌باشد. یک دندانپزشک جهت ارائه طرح درمان ترمیم تاجی برای یک دندان درمان ریشه شده با سوالات مهمی از قبیل استفاده یا عدم استفاده از پست، انتخاب نوع پست مناسب، ارجحیت ترمیم بر کراون یا برعکس، مستقیم یا غیرمستقیم بودن ترمیم انتخابی و جنس کراون یا ترمیم نهایی انتخابی مواجه می‌شود که علیرغم وجود مطالعات فراوان، هنوز هم برای بسیاری از آنها پاسخ مناسبی ارائه نشده است.

در نگارش این کتاب سعی شده است برای تمام پرسش‌های مطرح شده، پاسخ‌های دارای مبنای علمی و مبتنی بر شواهد فراهم شود. جهت فراهم نمودن چنین شواهدی حدود ده کتاب معتبر بین المللی که برخی جزو کتاب‌های منبع دستیاران تخصصی ترمیمی و پروتزه‌های دندان‌ی هستند و صدها مقاله علمی مطرح و جدید که مرتبط با جنبه‌های مختلف درمان‌های ریشه، ترمیمی و پروتز بودند مورد مطالعه قرار گرفته است که حاصل بیش از سه سال تلاش مستمر و هدف‌مند اینجانب و همکاران جوان و پرتلاشم بوده است، به گونه‌ای که در مراحل مختلف نگارش مطالب هر فصل چندین بار توسط مولف بازنویسی و به روز شده است تا مبتنی بر جدیدترین یافته‌های علمی باشد.

همچنین در فصل بندی و نگارش مطالب سعی شده است ابتدا مبانی و اطلاعات تئوری ضروری برای تشخیص و ارائه یک طرح درمان مناسب ارائه شود و سپس مواد و روش‌های کلاسیک و نوین به تفصیل مورد بحث قرار گرفته است. علاوه از این، در اکثر فصل‌ها سعی شده است مفاهیم، مواد و تکنیک‌های درمانی با استفاده از تصاویر مناسب و واضح به گونه‌ای تشریح شود که مفاهیم و تکنیک‌های بالینی ارائه شده برای طیف وسیعی از مخاطبین از دانشجویان دوره دندانپزشکی عمومی تا همکاران دندانپزشک فارغ التحصیل و دستیاران تخصصی اندودنتیکس، ترمیمی و پروتز قابل استفاده و بهره مندی باشد.

امید که این گام هرچند کوچک در ارتقاء دانش همکاران و دانشجویان محترم و همچنین ارتقاء بهره مندی جامعه از خدمات دندانپزشکی و بهبود پارامترهای کیفیت زندگی مرتبط با سلامت دهان و دندان مثمرتر واقع شود. با وجود این، هیچ اثری به خصوص اگر مخاطبین آن قشر فرهیخته پزشکان و دندانپزشکان، دانشجویان مستعد و جوان باشد خالی از نقص و عاری از اشتباه نمی‌تواند باشد، از کلیه اساتید ارجمند، همکاران و پژوهشگران استدعا دارد با پیشنهادهای سازنده خود ما را در ارتقاء دانش و اصلاح ایرادها در چاپ‌های آینده یاری نمایند.

با احترام

دکتر محمود بهاری

مقدمه

ترمیم دندان‌های درمان ریشه شده یکی از مباحث چالش برانگیز در دندانپزشکی ترمیمی و زیبایی و از مباحثی است که با وجود مطالعات بی‌شمار انجام شده در رابطه با جنبه‌های مختلف آن در طول تاریخ علم دندانپزشکی نوین، هنوز هم با سوالات پاسخ داده نشده بسیاری نه تنها در رابطه با مواد و تکنیک‌های مورد استفاده، بلکه در رابطه با اصول و قواعد پایه ای و تکنیک‌های تهیه و آماده سازی حفره مواجه است.

تا جایی که بنده سراغ دارم نه تنها در داخل کشور و به زبان فارسی بلکه در سطح بین‌المللی و جهانی کتابی جامع و منحصر به این موضوع وجود ندارد و شاید این اولین کتاب جامع در این زمینه باشد. از نکات قابل ستایش این کتاب ایجاد ارتباط قوی بین مبانی و دانش تئوری و علمی با تکنیک‌های درمان بالینی می‌باشد و خواننده را به طور اساسی با تاریخچه، فلسفه، اصول و روش‌های بالینی کلاسیک و نوین ترمیم دندان‌های درمان ریشه شده آشنا می‌سازد. کتاب دارای فصل بندی‌های مرتبط و سیستماتیک، تصاویر و ارائه موارد بالینی متعدد و متن بسیار زیبا و روان فارسی می‌باشد که درک مطالب و برقراری ارتباط بین دانش پایه و کاربردهای بالینی را تسهیل می‌کند. همچنین این کتاب با توجه به نحوه نگارش جامع آن برای طیف وسیعی از مخاطبین از دانشجویان دندانپزشکی، رزیدنت های ترمیمی و پروتز و نیز همکاران عمومی قابل استفاده می‌باشد.

فرق یک دندانپزشک علمی با غیر علمی از نحوه قضاوت بالینی و ارائه طرح درمان‌های دارای پایه علمی و نظام‌مند مشخص می‌شود. یک دندانپزشک علمی سعی می‌کند کاری را که از دستش بر می‌آید به بهترین وجه ممکن و با تکیه بر مستندات علمی برای بیمار ارائه دهد و این نیازمند به روز رسانی غنی تر کردن دانش و اطلاعات پایه از طرق مختلف است. طرح درمانی که صرفاً برای کسب درآمد بیشتر ارائه می‌شود، تجاری سازی طب است و با طرح درمانی که در جهت برطرف کردن مشکلات بیمار و دوام درازمدت ارائه می‌شود و هدف آن نگهداری و حفظ درازمدت دندان‌های طبیعی بیمار در موارد ممکن می‌باشد، بسیار متفاوت و نیازمند وجدان کاری و دانش به روز می‌باشد.

جناب آقای دکتر محمود بهاری که از اساتید صاحب‌نظر، کوشا و پرتوان گروه دندانپزشکی ترمیمی و زیبایی دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی تبریز می‌باشد، نتیجه بیش از یک دهه آموزش و پژوهش مستمر و تجربیات گرانبهای خود را در این اثر ارزشمند که به اعتقاد بنده از معدود انتشارات در راستای اهداف "نقشه جامع علمی کشور: افق سال ۱۴۰۴" است، با همکاری دستیاران تخصصی فعال گروه دکتر رهبر و دکتر خسروانی گردآوری و تالیف کرده‌اند و با این کار افقی جدید برای یادگیری همکاران محترم دندانپزشک و دانشجویان عزیز و کاهش هزینه‌های درمانی گزاف که بر دوش سیستم بهداشتی درمانی و مردم عزیز مان تحمیل می‌شود، گشوده‌اند. ضمن تشکر از زحمات ایشان مطالعه این کتاب را به تمام دانشجویان و همکاران محترم توصیه می‌کنم.

با احترام

دکتر سیاوش سوادی اسکویی

استاد و مدیر گروه دندانپزشکی ترمیمی و زیبایی

دانشگاه علوم پزشکی تبریز

فهرست مطالب

فصل اول: درمان ریشه و اهمیت ترمیم‌های تاجی در پیش‌آگهی درازمدت آن.....	۱۳
فصل دوم: ملاحظات بیومکانیک در ترمیم دندان‌های درمان ریشه شده.....	۵۳
فصل سوم: ارزیابی اولیه و ملاحظات طرح درمان دندان‌های درمان ریشه شده.....	۷۳
فصل چهارم: ترمیم موقت دندان‌های درمان ریشه شده.....	۱۱۳
فصل پنجم: انواع پست.....	۱۴۷
فصل ششم: عوامل موثر بر انتخاب نوع پست و موفقیت آن.....	۱۹۱
فصل هفتم: اصول و موارد تجویز پست.....	۲۲۷
فصل هشتم: دستورالعمل‌های بالینی کاربرد پست‌ها.....	۲۴۱
فصل نهم: طرح درمان ترمیم نهایی یک دندان درمان ریشه شده.....	۲۷۱
فصل دهم: ترمیم آمالگام کراون برای دندان‌های درمان ریشه شده خلفی.....	۲۹۹
فصل یازدهم: ترمیم‌های ادهزیو دندان‌های درمان ریشه شده.....	۳۱۷

فصل اول

درمان ریشه

و

اهمیت ترمیم‌های تاجی در پیش آگهی درازمدت آن

محمود بهاری

مقدمه:

حفظ حیات پالپ دندان یکی از اساسی‌ترین اهداف دندانپزشکی ترمیمی است. با وجود این، با افزایش تعداد افرادی که تعداد بیشتری از دندان‌های خود را تا سنین بالا حفظ کرده‌اند، شیوع مشکلات پالپی و نیاز به درمان ریشه نیز افزایش پیدا کرده است. بنابراین، علیرغم این که جلوگیری از آسیب پالپی و نیاز به درمان‌های ریشه مطلوب است، داشتن اطلاعات کافی راجع به تکنیک‌های مختلف درمان ریشه برای یک دندانپزشک امروزی به خصوص در رشته‌های ترمیمی و پروتز حتی اگر فعالیت روزانه‌ی خاصی در این زمینه نداشته باشد ضروری است.^{۴-۱}

علم اندودنتیکس و درمان ریشه به خصوص در سال‌های اخیر دچار تحول شگرفی از لحاظ تکنیک‌ها، تجهیزات و مواد شده است و در حال حاضر روش‌ها و مواد مختلفی برای آماده‌سازی و پرکردن سیستم کانال ریشه وجود دارد که آشنایی با آنها و اثرات هر یک بر فرایندها و مواد ترمیمی ضروری است.^{۷-۵} خوشبختانه اصول اساسی تمام این تجهیزات و روش‌ها مشابه است، لذا در این فصل سعی شده است از پرداختن به جزئیات کامل که در کتاب‌های تخصصی اندودنتیکس موجود است اجتناب شود.

فلسفه درمان ریشه

هدف درمان ریشه پیشگیری از پریودنتیت آپیکالی در دندان‌های مبتلا به پالپیت برگشت‌ناپذیر و یا بهبودی پریودنتیت آپیکال در دندان دارای پالپ نکروزه و عفونی می‌باشد. درمان ریشه مناسب باعث حفظ سلامت و عملکرد بدون درد دندان در قوس فکی و اطمینان از هزینه‌های صرف شده جهت ترمیم دائمی دندان می‌شود.^۸

کمپلکس عاج - پالپ به وسیله یک لایه خارجی نفوذ ناپذیر و سخت از جنس مینا محافظت می‌شود. در صورتی که این لایه محافظ به دلایلی از قبیل پوسیدگی، اعمال دندانپزشکی ترمیمی یا از دست رفتن بافت دندان به دلیل تروما از بین برود، این کمپلکس محافظت شده در مقابل محرک‌های میکروبی، شیمیایی و یا فیزیکی آسیب پذیر می‌شود. آسیب ممکن است به صورت غیرمستقیم و در نتیجه عبور محرک‌های سمی از طریق توبول‌های عاجی باز به سمت پالپ و یا به صورت مستقیم به دلیل اکسپوز شدن پالپ ایجاد شود. بافت پالپی موجود در کانال ریشه ملتهب و در نهایت نکروز می‌شود که به عفونت‌های میکروبی اجازه پیشرفت می‌دهد. حتی ممکن است در برخی موارد بیماری پری آپیکال ایجاد شود.^{۱۰-۹}

بیماران دارای درد با منشا دندانی ممکن است علائمی از پالپیت یا پریودنتیت آپیکال داشته باشند. در صورت تشخیص پالپیت برگشت ناپذیر یا پریودنتیت آپیکال، دندان بایستی به دقت ارزیابی و روش‌های درمانی کشیدن یا درمان ریشه و ترمیم دندان با بیمار در میان گذاشته شود.^{۱۱} در بحث پیرامون روش‌های درمانی بایستی به بیمار توضیح داده شود که درمان ریشه دندان پایان کار نیست و انجام ترمیم تاج پس از درمان ریشه جهت اعاده عملکرد و زیبایی دندان موردنظر ضروری می‌باشد. بایستی توجه شود که زمان‌بندی و کیفیت ترمیم تاجی نقش اساسی در موفقیت درمان ریشه و دوام درازمدت دندان دارد.^{۱۲}

مراحل درمان ریشه

درمان ریشه شامل چند مرحله می‌باشد:

- ارزیابی قبل از درمان
- آماده‌سازی اولیه
- آماده‌سازی فضای سیستم کانال ریشه
- سیل کردن فضای سیستم کانال ریشه
- فراهم نمودن سیل و ترمیم محافظت کننده تاجی

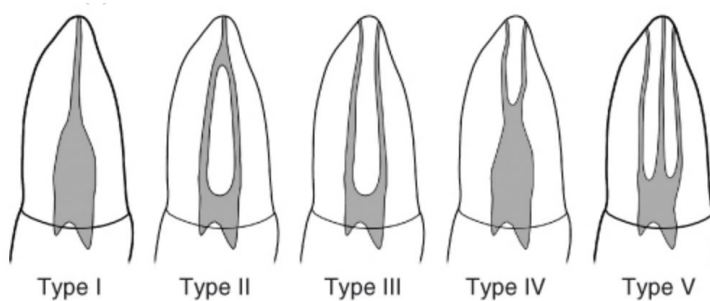
پیش‌آگهی درمان ریشه بستگی به یک رویکرد سیستماتیک دارد. هر مرحله بایستی قبل از وارد شدن به مرحله‌ی بعدی با موفقیت کامل و به بهترین وجه انجام شود. ترمیم دندان نیز بایستی به عنوان جزء جدایی ناپذیر مراقبت‌های ریشه تلقی شود.^{۱۳}

ارزیابی قبل از درمان

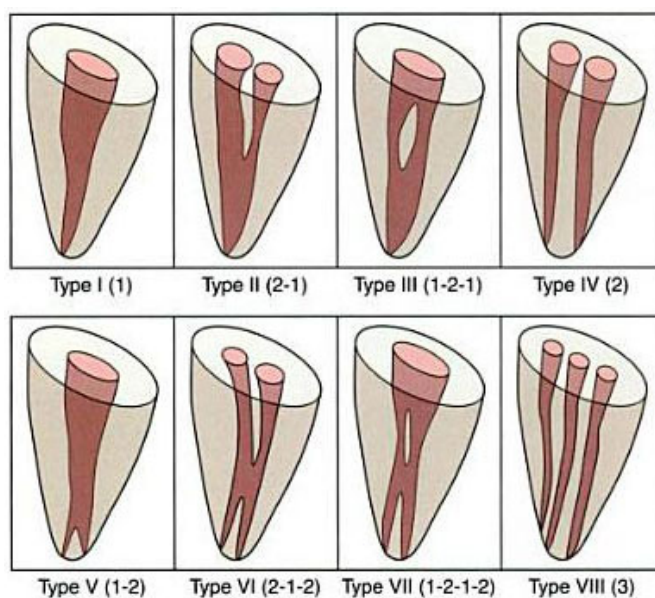
پس از قطعی شدن تشخیص، تعیین پیش‌آگهی دندان ضروری هست. ابتدا بایستی از امکان انجام درمان ریشه مطلوب و موفقیت‌آمیز و همچنین قابل ترمیم بودن دندان با توجه به کمیت، کیفیت و محل بافت‌های باقی‌مانده تاجی و وضعیت پرپودنتال اطمینان حاصل شود.^{۱۴، ۱۵}

جهت موفقیت در درمان ریشه یک دندانپزشک بایستی اطلاعات جامع و کاملی از آناتومی اتاقت پالپی و کانال‌های ریشه در دندان‌های مختلف داشته باشد. تنوعات آناتومیکی بسیار شایع هستند و کانال‌ها به عنوان لوله‌های ساده‌ای که از تاج تا آپکس امتداد دارند نیستند و در اکثر موارد دارای ساختار سه بعدی پیچیده و انشعابات فراوانی هستند. ریشه‌های منفرد اغلب دارای بیش از یک کانال هستند و علاوه از این ممکن است ارتباطات عرضی و قیفی شکل، کانال‌های جانبی و دلتاهای انتهایی نیز داشته باشند. کانال‌های فرعی بسیار حایز اهمیت هستند چرا که ممکن است از داخل اتاقت پالپی به ناحیه فورکا در دندان‌های مولر امتداد داشته باشند و یا این که از تنه اصلی ریشه منشعب شده باشند و سیستم کانال ریشه را مستقیماً با بافت‌های پرپودنتال در ارتباط قرار دهند.^{۱۶} تنوعات آناتومیکی شایع در سیستم کانال ریشه عبارتند از:

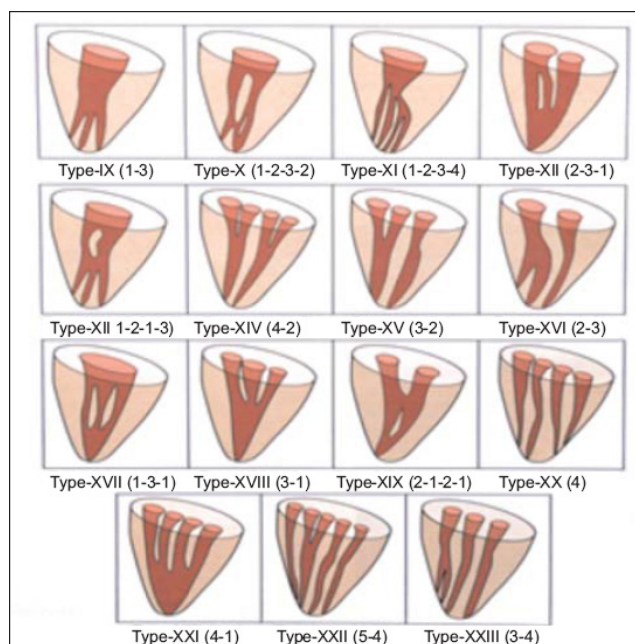
- یک کانال منفرد که تا سوراخ آپیکال امتداد دارد.
 - ریشه‌ای که دارای دو کانال باریک مجزا از هم در کف اتاقت پالپی هست و این دو کانال در نیمه مسیر به هم‌دیگر می‌رسند و از طریق یک سوراخ آپیکال خارج می‌شوند.
 - ریشه‌ای که دارای دو کانال باریک کاملاً مجزا از هم در تمام طول ریشه می‌باشد و در انتهای ریشه از طریق دو فورامن آپیکال خارج می‌شود.
 - ریشه‌ای که در کف اتاقت پالپی دارای یک دهانه می‌باشد ولی این کانال در نیمه راه منشعب می‌شود و از طریق دو فورامن آپیکال خارج می‌شود.
 - ریشه‌ای که در کف اتاقت پالپی دارای یک دهانه می‌باشد ولی این کانال در نیمه راه منشعب می‌شود و سپس در یک سوم آپیکالی ریشه دوباره به هم متصل و از طریق یک فورامن آپیکال خارج می‌شود.^{۱۷}
- با وجود این، تنوعات آناتومیکی محدود به اشکال فوق نیستند و تنوعات دیگری نیز توسط محققین متعدد مشاهده و گزارش شده است. معتبرترین طبقه بندی‌های انجام شده توسط Weine (شکل ۱-۱)، Vertucci (شکل ۱-۲) و sert (شکل ۱-۳) ارائه شده است.^{۱۶، ۱۸-۲۰}



شکل ۱-۱: طبقه‌بندی weine که شامل پنج تنوع آناتومیکی شایع در سیستم کانال ریشه می‌باشد.



شکل ۱-۲: طبقه‌بندی Vertucci که شامل ۸ تنوع آناتومیکی شایع در سیستم کانال ریشه می‌باشد.



شکل ۱-۳: طبقه‌بندی Bayirli و Sert که شامل ۱۴ تنوع آناتومیکی علاوه از ۸ تنوع موجود در طبقه‌بندی Vertucci می‌باشد.

شایع‌ترین دندان‌ها و ریشه‌هایی که ممکن است در یک ریشه منفرد دارای دو کانال باشند به ترتیب عبارتند از:

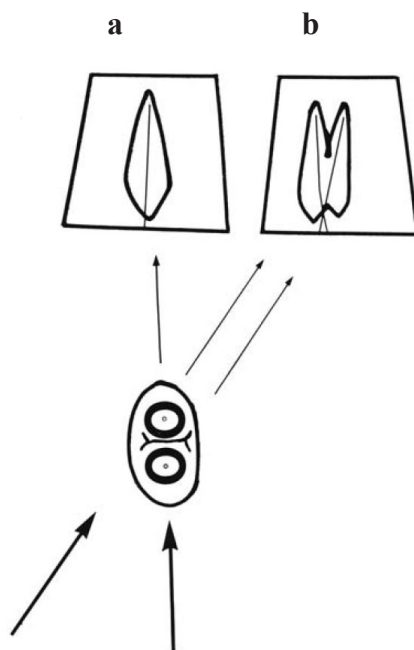
- ۱- ریشه مزینال مولرهای مندیبل
- ۲- مولرهای ماگزیلاری تک ریشه‌ای
- ۳- مولر اول ماگزینالا - ریشه مزینوباکال
- ۴- مولر اول مندیبل - ریشه دیستال
- ۵- ثنایای مندیبل
- ۶- پرمولرهای مندیبل^{۱۷}

ساده‌ترین روش برای ارزیابی اولیه‌ی سیستم کانال ریشه رادیوگرافی‌های پری آپیکال هستند که بایستی از دقت و کیفیت کافی برخوردار باشند و فاقد هرگونه نقایص، بدشکلی و اعوجاج باشند. در ارزیابی رادیوگرافی‌ها هر ریشه بایستی دارای کانال واضح، باز و بدون انسداد باشد که تا سوراخ آپیکال قابل تعقیب باشد. با وجود این، مسیر و شکل واقعی کانال در اکثر موارد همان چیزی نیست که در رادیوگرافی مشاهده می‌شود. در شکل ۱-۴ نمای رادیوگرافیک یک ثنایای مندیبل مشاهده می‌شود که مسیر و شکل کانال آن در زوایای لیپولینگوالی و مزیدیستالی تیوب اشعه ایکس کاملاً متفاوت هستند. در واقع شکل واقعی سیستم کانال ریشه این دندان بیشتر از این که یک تیوب مخروطی یکنواخت باشد، دارای کانال‌های نامنظم می‌باشد که در قسمتی از ریشه به دو شاخه منشعب می‌شود و انحناهای تندی نیز دارد. زیر میکروسکوپ ممکن است ارتباطات عرضی، کانال‌های فرعی و نیز طرح‌های قیف مانند نیز مشاهده شود.^{۱۷}



شکل ۴-۱: (a) رادیوگرافی از یک دندان ثنایای مندیبل از نمای لیپولینگوال معمول، (b) از زاویه طرفی که نشان‌گر شکل متفاوت کانال می‌باشد.

برخی مشکلات در تفسیر رادیوگرافی‌ها ممکن است به دلیل همپوشانی ایجاد شده توسط ساختارهای آناتومیک مثل زائده گونه‌ای در ناحیه‌ی مولرهای ماگزایلا، اسکروز کانال‌های ریشه، هایپرسمنتوز و همپوشانی ریشه‌های مجزا ایجاد شود. در مورد همپوشانی ریشه‌های مجزا تکرار رادیوگرافی با زاویه‌ی مزودیستالی مناسب باعث جدا شدن ریشه‌ها از یکدیگر خواهد شد (شکل ۵-۱).^{۱۷}



شکل ۵-۱: زاویه دادن به تیوب اشعه ایکس باعث جدا شدن تصویر ریشه‌های دوگانه یک دندان می‌شود. (a) نمای رادیوگرافی پری آپیکال معمول، (b) زاویه مزیدیالی تیوب باعث جدا شدن ریشه‌ها در نمای رادیوگرافی پری آپیکال می‌شود.

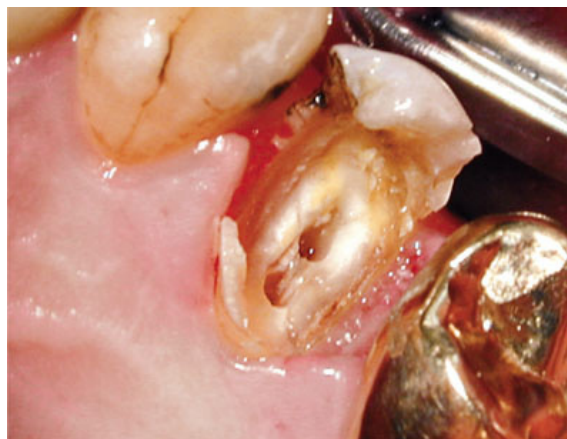
به طور شایع دندان‌ی که نیازمند درمان ریشه است دارای ترمیم‌های بسیار وسیع می‌باشد و یا دچار تخریب، شکستگی و عفونت می‌باشد. به منظور پیشگیری از نشت و به حداقل رساندن خطر وارد شدن تکه‌هایی از عاج پوسیده که محتوی میکروب می‌باشد به داخل فضای کانال ریشه حین درمان ابتدا بایستی تمام پوسیدگی‌ها برداشته شود (شکل ۶-۱). در حالت ایده‌آل، به منظور ترمیم دندان با استفاده از کراون حداقل بایستی ۲ میلی متر از بافت فوق لثه‌ای دندان دور تا دور دندان باقی مانده باشد (شکل ۷-۱). در صورتی که قابلیت ترمیم دندان از طریق روش‌های پروتزی مورد تردید باشد بایستی به منظور مشخص شدن وسعت و محل بافت‌های دندان‌ی باقی مانده تمام ترمیم قبلی برداشته شود (شکل ۸-۱). با انجام این کار همچنین ممکن است خطوط شکستگی که در معاینات خارجی یا حین پروب کردن پرپوندنتال تشخیص داده نشده بودند آشکار شوند (شکل ۹-۱). حرکت دادن قدم به قدم و آهسته پروب پرپوندنتال دور تا دور مارژین لثه‌ای دندان وجود مشخسه‌های مهمی از قبیل شکستگی‌های عمودی را می‌تواند مشخص کند که تاثیر قابل ملاحظه‌ای روی طرح درمان دارد. این درمان‌های اکتشافی اگرچه نیازمند صرف وقت و تلاش فراوان می‌باشد، علاوه از این که قابل ترمیم بودن دندان را مشخص می‌سازند، نوع ترمیم و طرح اختصاصی مورد نیاز، زمان مناسب جهت ترمیم نهایی و دائمی دندان، نیاز به پوشش کاسپ، جاگذاری بند ارتودنسی یا کراون موقت را به منظور پیشگیری از شکستگی کاسپی پس از درمان ریشه را نیز مشخص می‌سازند.^{۲۱}



شکل ۱-۶: شواهدی از پوسیدگی در مارژین دیستالی کراون دندان مولر مندیبل در نمای رادیوگرافی مشاهده می‌شود. قبل از اقدام به درمان ریشه بایستی کراون و پوسیدگی‌ها برداشته شود و از قابلیت ترمیم دندان اطمینان حاصل شود.



شکل ۱-۷: وجود حداقل دو میلی‌متر از بافت دندان‌های بالای لثه دورتادور دندان نشان‌گر پیش‌آگهی مطلوب ترمیم تاج با استفاده از کراون می‌باشد.



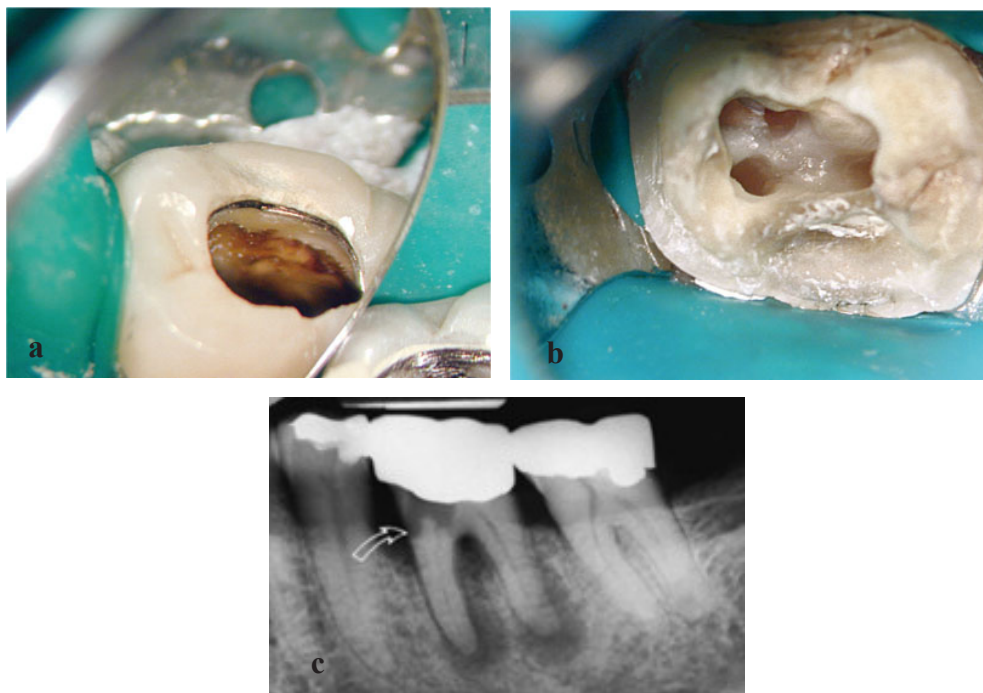
شکل ۱-۸: برداشت ترمیم‌های معیوب قبلی و پوسیدگی‌ها نشان می‌دهد که این پرمولر قابل ترمیم نمی‌باشد.



شکل ۹-۱: خطوط ترک نشان می‌دهد که این دندان نیازمند یک ترمیم با پوشش کاسپی کامل بلافاصله پس از تکمیل درمان ریشه می‌باشد.

در صورتی که احتمال نشت تاجی قابل ملاحظه یا پوسیدگی وجود داشته باشد یا حین معاینه دندان کشف شود کراون بایستی قبل از شروع درمان ریشه خارج شود. تهیه حفره دسترسی از خلال کراون به دلیل این که لندمارک‌های آناتومیک دندان ممکن است به وسیله کراون‌های تمام تاجی پوشانده شوند درمان ریشه دندان را پیچیده‌تر می‌کند. چنین تصمیمی ممکن است تشخیص دهانه‌ی کانال‌ها را با مشکل مواجه کند و باعث برداشت بیش از اندازه‌ی نسج سالم دندانی و یا حتی سوراخ شدگی شود (شکل ۱۰-۱). حتی در صورتی که تصمیم بر تهیه حفره دسترسی از خلال کراون داشته باشیم، عاقلانه این است که به بیمار اطلاع داده باشیم که برخی شرایط ممکن است حین کار خارج کردن کراون را اجتناب‌ناپذیر کند و پس از اتمام درمان ریشه دندان نیاز به ساخت یک کراون جدید داشته باشیم.^{۲۱}

با وجود این، قبل از انجام چنین درمان‌های اکتشافی حتماً بایستی اطلاعات کافی به بیمار ارائه و رضایت وی کسب شده باشد. در صورتی که دندان قابل ترمیم نباشد به جای تلاش برای انجام یک ترمیم قهرمانانه دندان باستی با اطلاع بیمار کشیده شود.^{۲۱}



شکل ۱-۱۰: تهیه حفره دسترسی از داخل کراون نشان می‌دهد که در زیرساخت آن پوسیدگی‌های وسیع وجود دارد. برداشت کراون به منظور تسهیل دسترسی به تمام وسعت پوسیدگی‌ها و تعیین پیش‌آگهی ترمیم قبل از شروع درمان ریشه ضرورت دارد. (b) بقایای بافت تاجی دندان پس از خارج کردن کراون و برداشت کامل پوسیدگی‌ها و تهیه حفره دسترسی به سیستم کانال‌های ریشه در شکل مشاهده می‌شود. (c) همان‌طور که در تصویر مشاهده می‌شود تهیه حفره دسترسی بدون برداشت کراون می‌تواند با خطراتی از قبیل سوراخ شدگی‌های پزشک‌زاد همراه باشد.

آماده‌سازی اولیه

قدم بعدی اقدام برای حفظ موقعیت دندان، سیل دهانه‌ی کانال، ایجاد حمایت برای گذاشتن رابردم و در صورت امکان بازسازی زیبایی اولیه با استفاده از ترمیم‌های موقت می‌باشد. این ترمیم‌ها بایستی به نحوی طراحی شوند که ضمن حصول اهداف فوق مانع دسترسی مستقیم به سیستم کانال ریشه نشوند و با طرح درمان ترمیم نهایی تداخل نداشته باشند و ضمناً قابلیت گذاشتن و برداشتن در فاصله‌ی بین جلسات درمانی متعدد را داشته باشند.^{۲۱} اهداف و استراتژی‌های ترمیم موقت دندان‌های درمان ریشه شده به تفصیل در فصل مربوط بحث شده است.

نکته حایز اهمیت دیگر این‌که درمان ریشه دندان بایستی تحت ایزولاسیون با رابردم انجام شود. روشنایی کافی و بزرگنمایی به منظور انجام یک درمان ریشه با استاندارد بالا ضروری هستند. شرایط مشابه جهت ترمیم نهایی با استفاده از تکنیک‌های ادهزیو لازم می‌باشد.

مزایای استفاده از رابردم در درمان‌های ریشه عبارتند از:

- حفاظت بیمار در مقابل خطرات ناشی از بلعیدن یا استنشاق مواد و ابزارهای اندودونتیک
- ممانعت از آلودگی باکتریال فضای کانال ریشه توسط بزاق
- ممانعت از نشت محلول‌های شستشو دهنده به حفره دهانی
- کنار زدن بافت‌های نرم گونه و زبان و کمک به بهبود دید دندانپزشک
- افزایش راحتی بیمار^{۲۲}

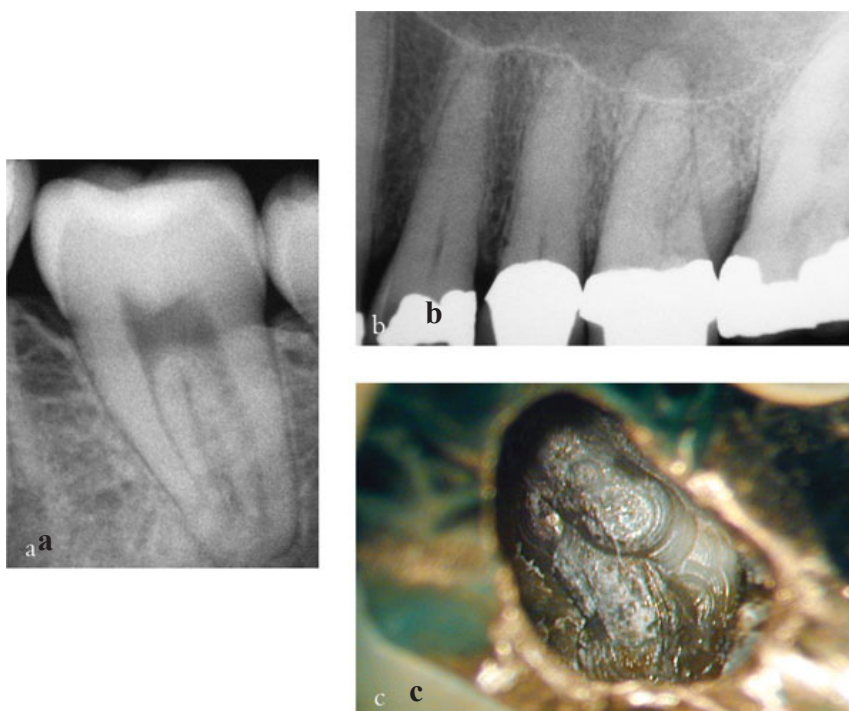
آماده‌سازی فضای سیستم کانال ریشه

آماده‌سازی فضای سیستم کانال ریشه در دو مرحله انجام می‌شود. مرحله اول تهیه حفره دسترسی و مرحله دوم شامل پاکیزه‌سازی، شکل دهی و ضدعفونی کردن فضای کانال ریشه می‌باشد.

تهیه حفره دسترسی

تهیه حفره دسترسی قدم اول و یک مرحله‌ی مهم در آماده‌سازی فضای کانال ریشه می‌باشد که شامل ایجاد مسیر دسترسی در تاج دندان با شکل، اندازه و موقعیت مشخص می‌باشد. هدف از تهیه حفره دسترسی تعیین ورودی دهانه کانال‌ها به منظور ایجاد دسترسی مناسب جهت پاکیزه‌سازی، شکل دادن و پرکردن صحیح کانال‌ها می‌باشد. با وجود این، در اغلب موارد اهمیت تهیه یک حفره‌ی دسترسی صحیح نادیده انگاشته می‌شود. درواقع پیش‌آگهی درمان ریشه مستقیماً بستگی به دقت و مراقبت اعمال شده در دسترسی اولیه به سیستم کانال ریشه دارد. در صورتی که حفره دسترسی از لحاظ موقعیت، عمق و وسعت صحیح نباشد موفقیت درمان ریشه قابل پیش بینی نخواهد بود.^{۲۳}

این که حفرات دسترسی دقیقاً از شکل طرح کلاسیک دندان‌های جوان تبعیت کنند غیرمعمول است. ابعاد اتاقک پالپ و محل دهانه‌ی کانال‌های ریشه تحت تاثیر مقدار و موقعیت رسوب عاج ثانویه و ثالثیه در پاسخ به پوسیدگی، ترمیم، نشت و از دست رفتن نسج دندان طی طول عمر دندان قرار می‌گیرد. اثر تجمعی این محرک‌ها به مرور زمان روی اندازه و شکل اتاقک پالپی تاثیر می‌گذارد (شکل ۱۱-۱).^{۲۱}

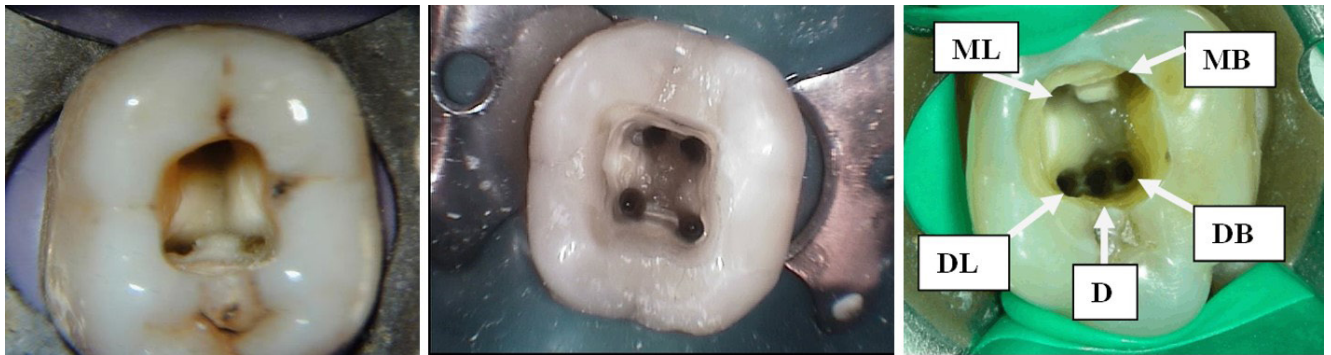


شکل ۱۱-۱: (a) باز بودن مسیر کانال‌ها و آناتومی اتاقک پالپی به وضوح در رادیوگرافی مشاهده می‌شود که باعث تسهیل تهیه حفره دسترسی و پیدا کردن دهانه کانال‌ها می‌شود. (b) اتاقک پالپی و کانال‌ها در رادیوگرافی تهیه شده از دندان مولر اول ماگزایلا به سهولت قابل تشخیص نیست و به نظر می‌رسد کاملاً اسکروز شده است. (c) برداشت کراون باعث تسهیل و افزایش احتمال پیدا کردن دهانه کانال‌ها می‌شود.

اهداف تهیه‌ی حفره دسترسی عبارتند از:

- برداشتن کل سقف اتاقک پالپی به منظور حذف بافت پالپ تاجی
- ایجاد دیواره‌های صاف عاجی بدون هرگونه برجستگی
- اجتناب از آسیب به کف اتاقک پالپی
- ایجاد دسترسی مستقیم و بدون مانع به دهانه‌ی کانال‌های ریشه
- حفظ حداکثر ممکن بافت تاجی دندان با در نظر گرفتن محدودیت‌های ناشی از اهداف دیگر^{۱۷}

برخلاف دندانپزشکی ترمیمی که حدود خارجی حفرات آن بستگی به اندازه و گسترش ضایعات پوسیدگی دارد، شکل حفره دسترسی برای درمان ریشه بستگی به شکل اتاقک پالپی و تعداد دهانه‌ی کانال‌ها دارد (شکل ۱۲-۱). اندازه و شکل اتاقک پالپی، تعداد، مسیر و انحنای کانال‌های ریشه شکل حفره دسترسی برای درمان ریشه را تعیین می‌کنند. شکل حدود خارجی معمولاً حین آماده‌سازی یک سوم تاجی کانال ریشه به منظور فراهم آوردن امکان دسترسی مستقیم به کانال‌های ریشه دچار تغییر می‌شود (شکل ۱۳-۱).^{۱۹} دسترسی اولیه معمولاً از طریق سطوح اکلوژال یا لینگوال دندان انجام می‌شود. پس از برداشتن سقف اتاقک پالپی کل محتویات و بافت‌های ارگانیک حذف می‌شود که باعث پاکیزه‌سازی پالپ تاجی مخصوصاً شاخک‌های پالپی و کاهش احتمال مشکلات بالقوه بعدی از قبیل تغییر رنگ تاج دندان یا عفونت مجدد سیستم پرشده‌ی کانال ریشه می‌شود. در صورتی که تهیه حفره دسترسی صحیح انجام شده باشد کف اتاقک و دهانه کانال‌ها بدون وجود هرگونه پرفوراسیون به وضوح قابل رویت خواهند بود (شکل ۱۴-۱).^{۲۴}



شکل ۱۲-۱: شکل حفره دسترسی برای درمان ریشه بستگی به شکل اتاقک پالپی و تعداد دهانه کانال‌ها دارد.



شکل ۱۳-۱: شکل حدود خارجی معمولاً حین آماده‌سازی یک سوم تاجی کانال ریشه به منظور فراهم آوردن امکان دسترسی مستقیم به کانال‌های ریشه دچار تغییر می‌شود.



شکل ۱۴-۱: در صورتی که تهیه حفره دسترسی صحیح انجام شده باشد کف اتاقک و دهانه کانال‌ها بدون وجود هرگونه پرفوراسیون به وضوح قابل رویت خواهد بود.

نکته حائز اهمیت این است که حفره دسترسی صحیح استفاده از وسایل در داخل کانال ریشه را تسهیل و دسترسی بدون محدودیت به ناحیه $\frac{1}{3}$ آپیکالی ریشه ایجاد می‌کند. بدین ترتیب فضای کافی جهت گردش آزادانه وسایل در داخل کانال‌های ریشه بدون هرگونه تداخل با قسمت تاجی حفره فراهم خواهد شد. شکست در حذف تداخلات تاجی می‌تواند باعث پاک‌سازی ناکامل سیستم کانال‌ها، افزایش خطر ایجاد پله، سوراخ شدگی نواری و تغییر موقعیت ناحیه فورامن آپیکالی شود. با وجود این، بایستی به دلیل ملاحظات ترمیمی از گسترش بیش از حد حفره دسترسی به حدی که باعث تضعیف و تخریب کاسپ‌ها شود اجتناب شود. امروزه، با ابداع سیستم‌های التراسونیک جدید و فرزهای با گردن بلند و سرباریک امکان برداشت و حذف انتخابی عاج و حفظ حداکثر ممکن نسج سالم دندان‌های فراهم شده است (شکل ۱۵-۱).^{۲۴، ۲۵}



شکل ۱۵-۱: امروزه، با ابداع سیستم‌های التراسونیک جدید و فرزهای با گردن بلند و سر باریک امکان برداشت و حذف انتخابی عاج و حفظ حداکثر ممکن نسج سالم دندانی فراهم شده است.

همچنین حفره دسترسی بایستی ثبات خوبی برای ترمیم موقت فراهم کرده و ترجیحاً دارای چهار دیواره باشد. این امر به خصوص در مواردی که قسمت اعظم ساختار تاجی از بین رفته و یا درمان ریشه در چند جلسه انجام می‌شود حایز اهمیت است. دانش کافی از آناتومی دندان قبل از اقدام به تهیه حفره دسترسی به خصوص در مواردی که دندان به دلیل کشیده شدن دندان‌های مجاور دارای انحراف زاویه در قوس فکی می‌باشد حایز اهمیت است. معاینات بالینی دقیق به منظور تعیین زاویه انحراف دندان و رادیوگرافی‌های پری‌آپیکال از زوایای مختلف از خطاهای احتمالی حین تهیه حفره دسترسی پیشگیری خواهد کرد.^{۲۴}

پاکیزه‌سازی، شکل‌دهی و ضد عفونی کردن فضای کانال ریشه

با دقت در این نظریه که "چیزی که از کانال‌ها خارج می‌شود بسیار مهم‌تر از چیزی است که کانال‌ها با آن پر می‌شود"، بدون شک آماده‌سازی کانال‌های ریشه پیچیده‌ترین و ظریف‌ترین مرحله از فرآیند درمان ریشه است. شیلدر در سال ۱۹۷۴ مهمترین اجزا و عناصر درمان ریشه را تشریح کرد و ثابت کرد که پاکیزه‌سازی و شکل‌دهی صحیح پایه و اساس یک درمان موفق است. شیلدر پنج هدف اصلی طراحی را که بایستی حین پاک‌سازی و شکل‌دهی مد نظر قرار گیرند به صورت زیر توضیح داد:

۱. شکل کیفی با تقارب یکنواخت از آپکس ریشه تا حفره دسترسی
 ۲. قطر سطح مقطع کانال بایستی با حرکت به سمت آپیکال باریک‌تر شود.
 ۳. سوراخ آپیکالی بایستی در موقعیت اصلی خود باقی بماند.
 ۴. آماده‌سازی کانال ریشه بایستی از شکل اصلی کانال تبعیت کند.
 ۵. بازشدگی آپیکالی بایستی در حداقل اندازه حفظ شود.
- وی همچنین چهار هدف بیولوژیک زیر را نیز عنوان کرد:

۱. کار با ابزارها بایستی محدود به کانال ریشه باشد.
 ۲. دبری‌های نکرور شده بایستی از سوراخ انتهایی کانال خارج شوند.
 ۳. تمام بافت‌ها از فضای کانال حذف شوند.
 ۴. فضای کافی جهت استعمال داروها در داخل کانال فراهم شود.
- پاکیزه‌سازی و شکل‌دهی معمولاً به طور هم‌زمان با استفاده از وسایل و شستشودهنده‌ها انجام می‌شود. صرف‌نظر از تکنیک و مواد مورد استفاده جهت آماده‌سازی کانال‌های ریشه، دندانپزشک بایستی دانش و احاطه کافی به آناتومی کانال‌های ریشه داشته باشد، ابزارها را مطابق با توانمندی‌ها و خصوصیات‌شان استفاده کند و از روش‌های فایل کردن استاندارد استفاده کند تا بتواند اهداف فوق را برآورده کند.^{۲۶}

پاکیزه‌سازی و شکل‌دهی کانال ریشه به روش دستی:

برای سال‌های متمادی تکنیک "step – back" که با استفاده از فایل‌های دستی با تقارب ۲٪ انجام می‌شود شایع‌ترین روش مورد استفاده جهت آماده‌سازی کانال ریشه بود. در این روش از دسترسی آپیکالی-کرونالی استفاده می‌شود. بدین ترتیب که فایل اول وارد آپکس می‌شود و آماده‌سازی سایر نواحی از آپکس به طرف ناحیه تاجی انجام می‌شود. بدین منظور ابتدا از فایل‌های کوچک استفاده می‌شود و سپس به ترتیب از فایل‌های بزرگ‌تر استفاده می‌شود تا شکل مخروطی کانال حاصل شود. در انتها، از دریل‌های گیتس گلدین به منظور شکل دادن و گشاد کردن یک سوم تاجی به منظور ایجاد شکل مطلوب کانال استفاده می‌شود.^{۲۶}

در اکثر موارد، کانال‌های نیازمند درمان ریشه شکل مخروطی طبیعی‌شان را به دلیل پوسیدگی‌ها، درمان‌های قبلی و تروما از دست داده‌اند و یا این‌که کلسیفیه شده‌اند و ممکن است به وسیله مواد پرکردگی قبلی مسدود شده باشند. لذا اولین فایلی که وارد کانال ریشه می‌شود اغلب قبل از رسیدن به آپکس متوقف می‌شود. اعمال نیروی بیشتر در چنین مواقعی به راحتی می‌تواند باعث ایجاد پله، سوراخ شدگی نواری و یا شکستن فایل شود. اگرچه شیلدر اولین فردی بود که به اهمیت برداشتن موانع تاجی به منظور شکل دادن موثرتر نواحی $\frac{1}{3}$ آپیکالی کانال ریشه پی برد اما تکنیک آماده‌سازی "Crown-down" اغلب به نتایج مطالعات محققین دیگری نسبت داده می‌شود. این محققین ضمن تایید مفاهیم ابداعی شیلدر در ارتباط با شکل مخروطی آماده‌سازی کانال، فرآیند شکل دادن کانال را در یک مسیر معکوس از تاج به سمت ریشه پیشنهاد کردند.^{۲۴} Laurichesse (۱۹۷۱) و Riitano (۱۹۷۶) پیشنهاد کردند که آماده‌سازی یک سوم آپیکالی ریشه فقط بایستی بعد از آماده‌سازی یک سوم میانی و تاجی انجام شود. بدین ترتیب ابزارها جهت دسترسی به یک سوم آپیکالی آزادی بیشتری خواهند داشت و به دیواره‌های کانال فشار وارد نخواهد شد.^{۲۸، ۲۷}

گشاد کردن ابتدایی ناحیه یک سوم تاجی کانال ریشه مزایای متعددی دارد. اول این‌که باعث برداشت قسمت اعظم بافت نکرور و عفونی از داخل کانال ریشه عفونی قبل از آماده‌سازی ناحیه آپیکال ریشه می‌شود. درثانی

حس لمس و کنترل نوک فایل‌ها را در نواحی مشکل کانال ریشه افزایش می‌دهد. لذا شکل‌دهی ناحیه آپیکالی ریشه در مرحله پایانی بدون اعمال فشار روی فایل‌ها قابل انجام خواهد بود و از آسیب‌های احتمالی پزشک‌زاد از قبیل جابجایی یا بسته شدن سوراخ آپیکالی پیشگیری خواهد شد. نهایتاً این که باعث نفوذ و دسترسی بیشتر محلول‌های شستشو دهنده کانال به نواحی آپیکالی و کاهش احتمال خروج دبری‌ها به بافت‌های پری آپیکالی می‌شود.^{۲۹، ۳۰}

Abou-rass و همکاران در سال ۱۹۸۰ تکنیک “Anti - Curvatune” را ابداع کردند که در این روش مقادیر کافی از بافت عاجی در قسمت یک سوم تاجی مربوط به انحنا به استثنای نواحی پرخطر در مجاورت فورکا برداشته می‌شود.^{۳۱} در همان سال Morgan و Montgomery یک روش جدید با دسترسی از تاج به سمت ریشه تحت عنوان تکنیک “Crown - down pressureless” ارائه کردند. در این روش ابتدا از دریل‌های گیتس‌گلیدن به منظور گشادسازی قسمت تاجی کانال استفاده می‌شود. سپس فایل‌ها با یک ترتیب معکوس از بزرگ‌تر به کوچک‌تر با حرکات چرخشی استفاده می‌شوند.^{۳۲} Goerig و همکاران نیز در سال ۱۹۸۲ یک تکنیک دیگری تحت عنوان “step-down” پیشنهاد کردند که در آن مشابه تکنیک قبلی ابتدا گشادسازی اولیه یک سوم تاجی به وسیله فایل‌های هدستروم یا دریل‌های گیتس-گلیدن انجام می‌شود و در مرحله بعدی فایل‌ها از کوچک‌تر به بزرگ‌تر استفاده می‌شوند.^{۳۳}

تکنیک “Balance - Force” در سال ۱۹۸۵ توسط Roane و همکاران ارائه شد. در این تکنیک از یکسری فایل‌های با طراحی خاص با نوک اصلاح شده از جنس فولاد زنگ‌نزن یا نیکل تیتانیوم با نام Flex-R-Files به روش step-down استفاده می‌شود. این فایل‌ها با حرکتی ۱۸۰ درجه‌ای در جهت عقربه‌های ساعت وارد کانال و سپس به سمت آپیکال وارد شده و در مرحله بعدی با یک چرخش نهایتاً ۱۲۰ درجه‌ای در خلاف جهت عقربه‌های ساعت چرخانده می‌شوند (فاز برش). جهت خروج فایل از کانال در جهت عقربه‌های ساعت چرخانده و از کانال خارج می‌شود. در این روش ناحیه آپیکال کانال بایستی بیشتر از سایر روش‌های دستی آماده‌سازی شود؛ برای کانال‌های مستقیم تا فایل ۸۰ و برای کانال‌های انحنادار تا فایل شماره ۴۵. مزایای این تکنیک عبارتند از:

- قابلیت کنترل نوک فایل در ناحیه آپیکال ریشه به دلیل این که فایل‌های مورد استفاده در تمام طول خود قابلیت برش ندارند.
- به دلیل نوک ایمن و غیربرنده دقیقاً در مرکز کانال قرار می‌گیرند.
- نیازی به انحنا دادن فایل قبل از ورود به کانال وجود ندارد.^{۳۴}

پاکیزه‌سازی و شکل‌دهی کانال ریشه با ابزارهای چرخشی نیکل-تیتانیوم (Ni-Ti):

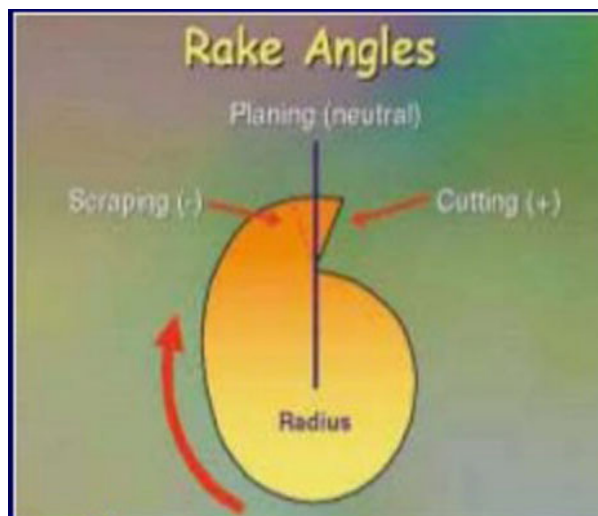
با ابداع آلیاژ Ni-Ti امکان استفاده از مواد انعطاف‌پذیرتر که به سهولت از انحنای کانال تبعیت می‌کردند برای دندانپزشکان فراهم شد. Ni-Ti تقریباً محتوی ۴۵٪ تیتانیوم و ۵۵٪ نیکل هست و فرمول‌های آلیاژی متعددی دارد. دو خصوصیت مهم این آلیاژ حافظه‌شکلی و انعطاف‌پذیری فوق‌العاده هستند. ضریب

الاستیسیته آلیاژهای Ni-Ti به طور قابل ملاحظه‌ای کمتر از آلیاژهای فولاد زنگ نزن و انعطاف‌پذیری آنها در خمش و پیچش دو تا سه برابر بیشتر از ابزارهای فولاد زنگ نزن می‌باشد. در نتیجه در مقایسه با ابزارهای فولاد زنگ نزن نیروهای کمتری به عاج داخل کانال وارد می‌کنند. به منظور بهره‌مندی از این مزایا ابزارهای Ni-Ti بایستی با چرخش مداوم همیشگی در داخل کانال ریشه در حالت فعال حفظ شوند. کاظمی و همکاران نشان دادند که ابزارهای Ni-Ti در مقایسه با انواع فولاد زنگ نزن جهت خم شدن به نیروی کمتری احتیاج دارند و قادر به تحمل تغییر شکل‌های بزرگ‌تری قبل از رسیدن به آستانه الاستیک و شکستن هستند.^{۳۵، ۳۶}

به دلیل خصوصیات خاص Ni-Ti امکان ساخت ابزارهایی با تقارب بیشتر از ۲٪ که مختص ابزارهای فولاد زنگ نزن است فراهم شد. فایل‌های با تقارب بالا جهت استفاده در تکنیک Crown-down مناسب‌تر هستند. در حین درمان قسمتی از فایل که تقارب بیشتری دارد روی یک سوم تاجی عمل و این قسمت را گشاد و هرگونه تداخلات احتمالی را حذف می‌کند که باعث ایجاد دسترسی بهتر به نواحی آپیکال کانال با استفاده از فایل‌های با تقارب کمتر می‌شود. بدین ترتیب نیروهای طرفی کمتری به یک سوم آپیکال کانال‌های انحنادار حین فایل کردن وارد می‌شود و باعث کاهش آسیب‌های وارده به دیواره‌های کانال در مقایسه با فایل‌های فولاد زنگ نزن می‌شود. مطالعات اخیر نشان داده است که فایل‌های Ni-Ti باعث کاهش تعداد زیپ^۱، لج^۲ و ترانسپورتاسیون^۳ آپیکال می‌شود، عاج کمتری را برمی‌دارند، دیواره‌های آماده شده‌ی گردتری ایجاد می‌کنند و در شکل دادن دیواره‌های کانال سریع‌تر عمل می‌کنند.^{۲۴}

امروزه فایل‌های Ni-Ti در طرح‌های مختلف توسط سازندگان متعددی ارائه می‌شوند که ادعا می‌کنند ایمنی بیشتر، کارایی بالاتر و کاربری راحت‌تری نسبت به فایل‌های دستی دارند. اگر چه فایل‌های Ni-Ti دارای طراحی‌ها و شکل‌های مختلفی هستند، تیغه‌هایشان در دو گروه اصلی قابل تقسیم‌بندی هستند: زوایای برنده فعال و صفحات شعاعی. اولی باعث عمل برش و پیشروی سریع فایل می‌شود (rake-angle مثبت) و دومی بیشتر نقش صاف کنندگی سطح به دنبال برش توسط زوایای برنده فعال را دارد (rake-angle gle خنثی یا منفی) (شکل ۱۶-۱).^{۳۷}

1- Zip
2- Ledge
3- Transportation



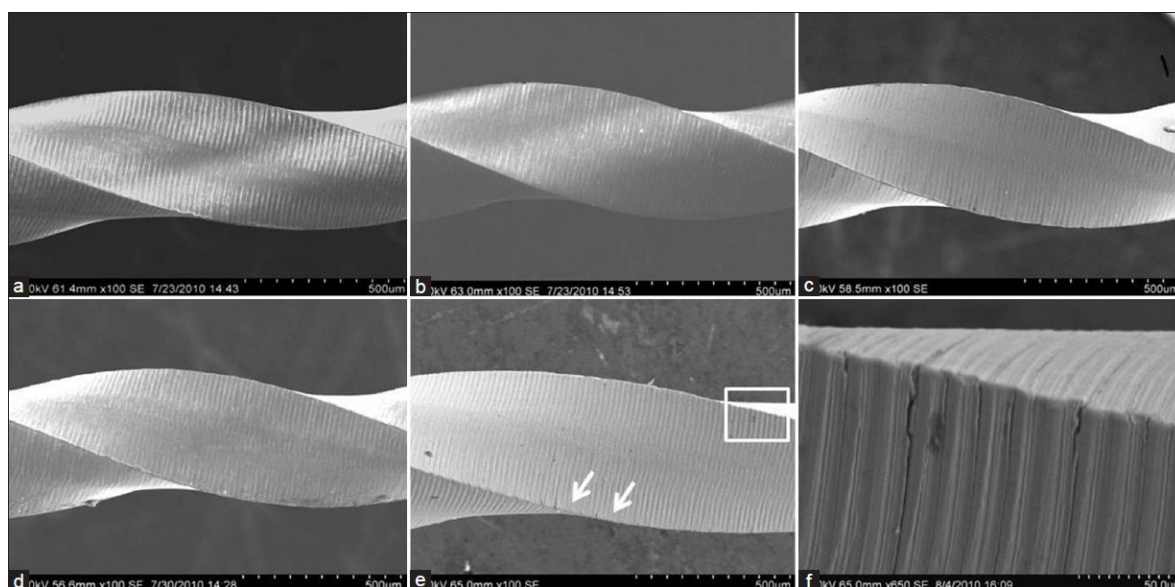
شکل ۱۶-۱: شکل شماتیک زوایای برنده فعال و صفحات شعاعی

این فایل‌ها همچنین از لحاظ سطح مقطع نیز بسیار متنوع هستند. کاهش میزان تماس با دیواره‌های کانال باعث کارایی بیشتر عمل برش و کاهش استرس پیچشی می‌شود. خصوصیات هسته‌ی فایل نیز روی انعطاف‌پذیری و خصوصیات مکانیکی آن تاثیر بسزایی دارد. هرچه قطر هسته کمتر باشد انعطاف‌پذیری فایل بیشتر و پیروی آن از انحنا‌ی کانال بیشتر می‌شود. شیارهای عمیق‌تر باعث انتقال دبری‌های بیشتر و افزایش کارایی پاک‌سازی کانال می‌شود. در ارتباط با نوک فایل‌ها، اکثر فایل‌های امروزی دارای طرح غیربرنده یا ایمن برش هستند که احتمال تغییر آناتومی کانال ریشه را به حداقل می‌رساند.^{۳۷}

توصیه‌های عملی برای کار با فایل‌های Ni-Ti

اگرچه انعطاف‌پذیری فایل‌های Ni-Ti بیشتر از فایل‌های فولاد زنگ نزن می‌باشد، با وجود این هنوز هم خطر شکستگی این فایل‌ها وجود دارد و گه‌گاهی اتفاق می‌افتد. در اکثر موارد بالینی، شکستگی فایل‌ها در ناحیه یک سوم آپیکالی اتفاق می‌افتد به همین دلیل خارج کردن قسمت شکسته بسیار مشکل است. دو دلیل اساسی برای شکستن فایل‌ها وجود دارد: شکستگی‌های ناشی از پیچش و شکستگی‌های ناشی از خستگی. مورد اول زمانی اتفاق می‌افتد که نوک فایل در قسمتی از کانال ریشه گیر کرده باشد و در همین حالت دسته فایل توسط دندانپزشک به نحوی چرخانده شود که از الاستیسیته‌ی آلیاژ فراتر رود. این نوع از شکستگی اغلب به خاطر اعمال نیروهای زیاد توسط دندانپزشک ایجاد می‌شود. با وجود این، شکستگی ناشی از خستگی شایع‌ترین دلیل شکستگی فایل‌های Ni-Ti می‌باشد. وقتی فایل داخل کانال چرخانده می‌شود حین هر دور چرخش نیروهای متناوب فشاری و کششی تولید و باعث ایجاد استرس‌های منجر به خستگی در سطح فایل می‌شوند. عواقب ناشی از این استرس‌های دوره‌ای با چشم غیرمسلح قابل رویت نیستند اما شواهد تشکیل ترک‌های بسیار ریز حین مشاهده زیر میکروسکوپ الکترونی به وضوح قابل رویت هستند (شکل ۱۷-۱).^{۳۸، ۳۹} این ریزترک‌ها، به محض ایجاد به طور پیشرونده‌ای در خلال هر یک از چرخه‌های گرداندن فایل پیشرفت می‌کنند و باعث تجمع استرس‌های بسیار سنگین می‌شوند که به

سرعت به سمت داخل پخش شده و باعث آسیب به هسته مرکزی فایل می‌شود. به منظور اجتناب از شکستگی‌های ناشی از خستگی حین کار با فایل‌های Ni-Ti بایستی به چند نکته مهم توجه کافی مبذول شود که عبارتند از: محدود کردن تعداد دفعات استفاده از این فایل‌ها، کار کردن در سرعت‌های پایین، استفاده از موتورهای با تورک پایین، آشنایی با انحناها و آناتومی کانال دندان قبل از شروع کار، وارد کردن فایل‌ها از طریق یک حفره با دسترسی مستقیم و محدود کردن طول مدت زمان کار با فایل‌ها در داخل کانال. به برخی از توصیه‌های عملی به منظور کاهش خطر شکستگی فایل‌ها در زیر اشاره می‌شود.^{۴۰}



شکل ۱۷-۱: تصاویر میکروسکوپ الکترونی از یک فایل چرخشی با بزرگنمایی ۱۰۰ برابر: (a) قبل از استفاده اول (b) پس از سه بار استفاده (c) پس از ۶ بار استفاده (d) پس از ۹ بار استفاده (e) پس از ۱۲ بار استفاده. فلش‌های سفید نشان‌گر محل شکستگی‌ها و ترک‌های ریز هستند. (f) تصویر ترک‌ها با بزرگنمایی ۶۵۰ برابر.

استفاده از سرعت صحیح:

به منظور استفاده حداکثری از قابلیت ارتجاعی فوق العاده آلیاژ Ni-Ti، چرخش فایل در داخل کانال بایستی مداوم و با یک سرعت مشخص و ثابت انجام شود. سرعت مناسب چرخش بسته به سیستم مورد استفاده دارد. هر یک از سازندگان محدوده مشخصی از سرعت و تورک را جهت کار کردن با فایل‌های Ni-Ti پیشنهاد می‌کنند که توصیه می‌شود دندانپزشکان این موارد را به دقت رعایت کنند. هرچه سرعت بیشتر باشد کارآیی برش بیشتر خواهد بود اما به همان اندازه استرس‌های پیچشی بیشتری به فایل وارد خواهد شد.^{۴۰، ۴۱} Gabel و همکاران نشان دادند که تغییر شکل و شکستن فایل در داخل کانال در صورت استفاده از سرعت‌های بالاتر (۳۳۳ rpm) به طور قابل ملاحظه‌ای بیشتر از سرعت‌های پایین‌تر است (۱۶۷ rpm).^{۴۲} همچنین Gambarini و همکاران نشان دادند که ابزارهایی که با موتورهای دارای تورک پایین استفاده شده بودند در مقایسه با ابزارهایی که با تورک بالا استفاده شده بودند در مقابل شکستگی مقاومت بیشتری

دارند.^{۴۱} اگر سرعت و تورک صحیح انتخاب نشده باشد احتمال دارد چرخش وسیله در داخل کانال متوقف شود که باعث کاهش کارآیی فایل در خارج کردن دبری‌ها و باقی‌ماندن آنها در بین تیغه‌های فایل و در نهایت شکستن فایل می‌شود.^{۴۰}

شستشو و لغزنده سازی:

تیغه فایل‌های Ni-Ti به گونه‌ای طراحی شده است که قادر است دبری‌ها را با سهولت بیشتری از داخل کانال خارج کند. اما براساس یافته‌های چندین مطالعه میکروسکوپ الکترونی این فایل‌ها به خصوص در یک سوم آپیکالی کانال ریشه لایه اسمیر ضخیم‌تری را ایجاد می‌کنند. لذا توصیه می‌شود در مراحل ابتدایی آماده‌سازی کانال از لغزنده‌سازها استفاده شود. این عمل نه تنها باعث کاهش تجمع دبری‌ها می‌شود بلکه باعث کاهش اصطکاک و استرس‌های پیچشی نیز می‌شود. اگرچه فایل‌های چرخشی Ni-Ti باعث کاهش زمان مورد نیاز جهت آماده‌سازی کانال ریشه می‌شود اما محلول‌های شستشودهنده بایستی به مدت زمان کافی و لازم در داخل کانال باقی بمانند.^{۴۰}

اجتناب از فشار زیاده از حد:

فایل بایستی با حرکت “Push-Pull” و با فشار لمسی سبک و ملایم وارد کانال شود. پیشروی فایل به سمت آپکس بایستی با هر حرکت ۱ میلی‌متر با فشار ثابت و بدون هل دادن به سمت آپکس انجام شود.^{۲۴}

استفاده مفید از فایل‌ها؛ نه سوء استفاده:

با وجود مطالعات متعدد آزمایشگاهی و بالینی هنوز پاسخ مشخصی برای این سوال که هر فایل قبل از دور انداختن به چه تعداد دفعاتی می‌تواند مورد استفاده مجدد قرار گیرد ارائه نشده است. برخی از مولفین بر این عقیده‌اند که بایستی فایل‌ها فقط یکبار مورد استفاده قرار گیرند. سایر مولفین بر این باورند که تعداد دفعات مورد استفاده تنها فاکتور موثر نمی‌باشد و سایر پارامترها از قبیل طرح فایل و آناتومی کانال ریشه نیز مطرح می‌باشد. استریل‌سازی مکرر به عنوان یکی از عوامل احتمالی تخریب و شکستن فایل‌ها مطرح شده است. با وجود این، در یک مطالعه گزارش شده است که حرارت خشک و تماس با هیپوکلریت سدیم روی تعداد دفعات قابل استفاده بودن فایل‌ها و شکستگی در اثر خستگی تاثیر منفی ندارند.^{۲۴}

تعیین دقیق تعداد دفعات استفاده مجدد و طول عمر مفید فایل‌ها بسیار مشکل است اما اعتقاد کلی اکثر مولفین بر این است که هر فایل نبایستی برای بیش از ده کانال مورد استفاده قرار گیرد. البته در صورتی که کانال‌ها کلسیفیه باشند و یا انحنای شدید داشته باشند هر فایل نبایستی بیشتر از یک بار مورد استفاده قرار بگیرد. به منظور به حداقل رساندن احتمال شکستن فایل‌ها حین کار، آناتومی کانال‌های ریشه بایستی حتماً قبلاً از شروع فرایند درمان ریشه به دقت مورد بررسی قرار گیرد.^{۲۴} ضمناً پیشنهاد می‌شود مراحل ابتدایی آماده‌سازی کانال ریشه با استفاده از فایل‌های دستی انجام شود

و فایل‌های Ni-Ti فقط جهت شکل‌دهی نهایی دیواره‌های کانال ریشه مورد استفاده قرار گیرند. علاوه بر این، پس از چرخه‌های استریل‌سازی بایستی تعداد دفعاتی که هر فایل مورد استفاده قرار گرفته است در یک جدول مشخصی یادداشت شود تا اطلاعات لازم در اسرع وقت ممکن در دسترس باشد.^{۲۴}

مهارت دندانپزشک:

مهارت و تجربه دندانپزشک جهت استفاده صحیح از فایل‌های Ni-Ti چرخشی نیز فاکتور بسیار حایز اهمیتی است. همانند سایر وسایل و تجهیزات، مهارت‌یابی در کار کردن با فایل‌های چرخشی Ni-Ti نیازمند تمرین، ممارست و گذشت زمان می‌باشد. ضروری است دندانپزشکان در مواجهه با سیستم‌های چرخشی جدید Ni-Ti ابتدا با تمرین روی دندان‌های کشیده شده مهارت‌های لازم را کسب کنند سپس از آنها جهت کارهای کلینیکی استفاده کنند.^{۴۰}

محلول‌های شستشودهنده:

پاکیزه‌سازی و شکل‌دهی کانال ریشه نتیجه هم‌زمان پاکیزه‌سازی مکانیکی دیواره‌های کانال ریشه و حل شدن دبری‌ها، برداشت لایه اسمیر و استریل‌سازی کانال توسط شست و شودهنده‌ها می‌باشد. خارج ساختن کامل دبری‌ها تنها با استفاده از فایل کردن (روش مکانیکی) قابل حصول نیست. شستشو یک نیروی پرفشار فیزیکی ایجاد می‌کند که نه تنها باعث حذف دبری‌ها می‌شود بلکه به عنوان یک عامل باکتری‌کش، حلال بافتی و لغزنده‌ساز نیز عمل می‌کند. مطالعات متعددی نشان داده است که استفاده از محلول‌های شیمیایی شستشودهنده به همراه پاکیزه‌سازی مکانیکی کانال‌ها، کارآیی شستشو دهنده‌ها را به منظور حذف باکتری‌ها افزایش می‌دهد. در مطالعات از محلول نرمال سالین به عنوان کنترل جهت ارزیابی اثر ضدباکتریایی سایر شستشودهنده‌ها استفاده می‌شود.^{۲۴} Kurvilla و Kamath نشان دادند که محلول سالین ۹٪ شمارش باکتری‌ها را ۲۵٪ کاهش می‌دهد. در حالی که استفاده از سایر شستشو دهنده‌های شیمیایی باعث کاهش بیشتر از ۶۰٪ می‌شود.^{۴۳} در یک مطالعه دیگر Siqueira و همکاران نشان دادند که محلول نرمال سالین تعداد باکتری‌ها را ۳۸/۳٪ کاهش می‌دهد، در حالی که هیپوکلریت سدیم ۲/۵٪ باعث کاهش بیشتر از ۶۰٪ در شمارش باکتری‌ها می‌شود.^{۴۴}

کارآیی شستشو دهنده‌ها همچنین به توانایی نفوذ و دسترسی آنها به نواحی فایل نشده نیز بستگی دارد. بدین منظور، یک سری مواد فعال از نظر کشش سطحی به شستشو دهنده‌ها افزوده می‌شود تا قدرت نفوذ آنها در دیواره کانال‌ها را افزایش دهد. با وجود این، به منظور تسهیل نفوذ شستشو دهنده‌ها دیواره‌های کانال ریشه بایستی به طرز صحیحی فایل شده باشند. در صورت استفاده از تکنیک "Crown-down" و گشادسازی اولیه دهانه کانال نفوذ و دسترسی شستشو دهنده به قسمت‌های آپیکالی بیشتر خواهد شد. علاوه بر این Ram نشان داد که شستشو دهنده تنها در صورتی به آپکس دسترسی پیدا می‌کند که کانال‌ها توسط فایل‌هایی با ابعاد بیشتر از ISO سایز ۴۰ آماده‌سازی شده باشند.^{۴۵}

در حالت ایده‌آل یک شستشو دهنده نه تنها بایستی دارای اثرات باکتری‌سیدال بالقوه باشد، همچنین بایستی حداقل سمیت بافتی را داشته باشد. Spangberg و همکاران نشان دادند که هیچ شستشو دهنده‌ای به

تنهایی نمی‌تواند همه این خصوصیت‌ها را داشته باشد. تمام عوامل ضد میکربی مقداری سمیت بالقوه دارند. به همین دلیل در صورتی که در غلظت‌های بالا استفاده شوند خطرات ناشی از سمیت آنها بر مزایای ضد میکربی‌شان غلبه می‌کند.^{۴۶}

بنابراین، یک شستشو دهنده‌ی ایده‌آل سیستم کانال ریشه بایستی دارای خصوصیات زیر باشد:

۱. باکتری‌سیدال باشد تا بتواند تعداد باکتری‌ها را در یک سیستم عفونی کانال ریشه کاهش دهد.
۲. توانایی انحلال از طریق هضم پروتئولیتیک و حل کردن بافت‌های نکروزه را داشته باشد.
۳. توانایی حفظ دبری‌های عاجی در حالت سوسپانسیون و حذف راحت آنها را داشته باشد.
۴. سازگاری زیستی داشته باشد تا در صورت خروج از انتهای کانال ریشه برای بافت‌های اطراف سمیت ایجاد نکند.
۵. دارای خاصیت لغزنده‌سازی باشد تا علاوه از تسهیل استفاده از فایل‌ها به خصوص در کانال‌های انحنادار، خطر شکستگی فایل‌ها را نیز کاهش دهد.
۶. کشش سطحی پایین داشته باشد تا بتواند به ناحیه آپیکال و سایر نواحی که توسط فایل‌ها قابل دسترس نیستند دسترسی پیدا کند.
۷. اثر مخربی روی مرحله پر کردن کانال با استفاده از مواد پرکننده اندودنتیک و سیلرهای کانال ریشه نداشته باشد.
۸. قابلیت اتصال و چسبندگی به دیواره‌های کانال ریشه را داشته باشد تا بتواند خاصیت باکتری‌سیدال خود را حفظ کند.
۹. برای بیمار و همچنین کادر درمانی بی‌ضرر باشد.
۱۰. به راحتی قابل تهیه بوده و قیمت مناسبی داشته باشد.^{۲۴}

از بین شستشو دهنده‌های متداول هیپوکلریت سدیم بیشتر از بقیه مورد بررسی و تحقیق قرار گرفته است. مطلوب‌ترین خصوصیات این ماده عبارتند از: خاصیت ضدباکتریایی و اثر ضدویروسی. تماس مستقیم با این ماده باعث حذف باکتری‌ها، اسپورها، قارچ‌ها، پروتوزوآها و ویروس‌های HAV, HBV, HSV-2, HSV-1 می‌شود.^{۴۷} این ماده همچنین قابلیت انحلال بافت‌های آلی را دارد. به سهولت قابل تهیه است، قیمت پایینی دارد و مختصری اثر سفیدکنندگی روی عاج دندان دارد. اما متأسفانه می‌تواند روی بافت‌های زنده به استثنای اپیتلیوم کراتینیزه اثرات سمی داشته باشد، لایه اسمیر را به طور کامل برنمی‌دارد، مزه و بوی ناخوشایندی دارد و حتی ممکن است باعث ایجاد واکنش‌های حساسیتی شود. سفیدکننده‌های خانگی موجود در بازار حاوی هیپوکلریت سدیم ۵/۲۵٪ هستند. این محلول را در کلینیک می‌توان با همین غلظت استفاده کرد و یا این که با استفاده از آب مقطر رقیق کرده و غلظت ۰/۵٪ را مورد استفاده قرار دارد. با وجود این، هنوز هم این سوال مطرح است که آیا هیپوکلریت سدیم در فرم رقیق شده مورد استفاده قرار گیرد و یا این که همراه با سایر شستشو دهنده‌ها استفاده شود. Spangberg و همکاران نشان دادند که هیپوکلریت سدیم ۵/۲۵٪ از حد لزوم قوی‌تر و برای بیمار سمی است و بایستی در غلظت ۱٪ مورد

استفاده قرار گیرد.^{۴۸} در مقابل برخی دیگر از مولفین براین اعتقادند که رقیق کردن هیپوکلریت سدیم خاصیت ضد میکروبی آن را کاهش و زمان لازم برای از بین بردن انتروکوک فکالایس را افزایش می‌دهد. برخی دیگر استفاده از غلظت ۳-۵٪ درصدی از این محلول را پیشنهاد کرده‌اند. رعایت برخی موارد از قبیل افزایش دمای محلول، استفاده از انرژی اولتراسونیک، استفاده به همراه عوامل چلاته‌کننده یا سایر شستشو دهنده‌ها و افزودن محلول‌های فعال از نظر کشش سطحی و کاهش PH (محلول‌های بافر شده) می‌تواند باعث افزایش تاثیر و کارایی هیپوکلریت سدیم شود.^{۴۷، ۴۹، ۵۰}

با توجه به این که هیپوکلریت سدیم فقط فاز آلی لایه اسمیر را برمی‌دارد، استفاده همزمان از آن با محلول‌هایی که فاز معدنی لایه اسمیر را برمی‌دارند استراتژی پذیرفته شده‌ای در اندودنتیکس بالینی است. تا به امروز اتیلن دی آمین تترا استیک اسید (EDTA) متداول‌ترین ماده‌ای بوده است که همراه با هیپوکلریت سدیم جهت برداشت لایه اسمیر حاصل از شکل‌دهی کانال‌های ریشه مورد استفاده قرار گرفته است. به طور کلی، در حال حاضر هیپوکلریت سدیم به عنوان مناسب‌ترین محلول شستشوی کانال مطرح است که ترکیبی از خصوصیات لغزنده‌سازی محیط داخل کانال، خارج کردن دبری‌ها، باکتری‌کشی و حل کردن کلاژن را فراهم می‌کند. EDTA می‌تواند باعث افزایش ضد عفونی شدن داخل کانال از طریق برداشت لایه اسمیر و تسهیل نفوذ محلول‌های ضد عفونی کننده به داخل توبول‌های عاجی شود. نکته حایز اهمیت این که، شستشوی بیش از حد با محلول هیپوکلریت سدیم یا EDTA می‌تواند روی استحکام مکانیکی دندان و همچنین کارایی باندینگ ترمیم‌های ادهزیو به عاج ریشه تاثیر منفی داشته باشد.^{۴۷، ۵۰} اخیراً یک ماده چلاته‌کننده جدید با ترکیب داکسی سایکلین هیکلات، اسیدسیتریک و یک عامل فعال از نظر کشش سطحی تحت عنوان MTAD به منظور ضد عفونی کردن کانال‌های ریشه و برداشت لایه اسمیر معرفی شده است. توصیه شده است که این ماده همراه با هیپوکلریت سدیم ۱/۳٪ مورد استفاده قرار گیرد.^{۵۱}

سیل کردن (پر کردن) فضای سیستم کانال ریشه^۱

در طی سالیان متمادی مواد و تکنیک‌های مختلفی به منظور پر کردن کانال‌های ریشه معرفی شده‌اند. صرف نظر از ماده انتخابی جهت پر کردن کانال‌ها، این مرحله پس از پاکیزه‌سازی و شکل‌دهی کامل کانال‌ها شروع می‌شود. از لحاظ تئوری، پر کردن کانال‌های پاکیزه‌سازی شده و شکل‌دهی شده جهت بهبود یافتن پرودنتیت آپیکال ضروری نیست. هدف اصلی از پر کردن کانال‌ها ایجاد سیل مقاوم در برابر مایعات است که به کانال ریشه امکان باقی ماندن در همان شرایط آسپتیک موجود پس از پاکیزه‌سازی و شکل‌دهی را در طولانی مدت فراهم کند. بدین ترتیب که هرگونه میکروارگانیسم باقی مانده در داخل فضای کانال ریشه مدفون و از نشت و ورود مایعات بافتی پری آپیکال که می‌توانند به عنوان منبع تغذیه میکروارگانیسم‌های باقی مانده مورد استفاده قرار گیرند به منظور جلوگیری از عفونت مجدد فضای کانال ریشه پیشگیری می‌شود. مقالات جدید همچنین ایجاد یک سیل تاجی ثانویه را نیز به منظور پیشگیری از بروز نشت در سیستم پر شده کانال ریشه پیشنهاد می‌کنند.^{۲۴}