ملاحظات کاربرد پست در ترمیم دندان‌های درمان ریشه شده

دکتر عباسعلی خادمی[۱]، دکتر مازیار ابراهیمی دستگردی[*]، دکتر کاظم خسروی[۲]، دکتر مریم خروشی[۳]، دکتر امید صوابی[۴]، دکتر محمدرضا مالکی پور[۵]، دکتر پیمانه حسینی دستنایی[۶]

* دستیار تخصصی اندودنتیکس، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد خوراسگان، اصفهان، ایران. (مؤلف مسؤول)
ebrahimimd@khuisf.ac.ir
۱: استاد، گروه اندودنتیکس، دانشکده دندانپزشکی و مرکز تحقیقات دندانپزشکی دکتر ترابی نژاد، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران.
۲: استاد، گروه ترمیمی، دانشکده دندانپزشکی و مرکز تحقیقات دندانپزشکی دکتر ترابی نژاد، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران.
۳: دانشیار، گروه ترمیمی، دانشکده دندانپزشکی و مرکز تحقیقات دندانپزشکی دکتر ترابی نژاد، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران.
۴: دانشیار، گروه پروتز، دانشکده دندانپزشکی و مرکز تحقیقات دندانپزشکی دکتر ترابی نژاد، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران.
۵: استادیار، گروه ترمیمی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد خوراسگان، اصفهان، ایران.
۶: دندانپزشک، اصفهان، ایران.

این مقاله در تاریخ ۸۹/۳/۲۶ به دفتر مجله رسیده، در تاریخ ۸۹/۴/۲۰ اصلاح شده و در تاریخ ۸۹/۴/۲۲ تأیید گردیده است.

مجله دانشکده دندانپزشکی اصفهان
۱۳۸۹؛ ۶(۲)؛ ۱۳۵ تا ۱۵۳

اهداف آموزشی:

۱. مروری بر انواع پست
۲. مروری بر فاکتورهای مهم در انتخاب پست
۳. شناخت مزایا و معایب پست‌های مختلف
۴. شناخت عوامل موثر در شکست پست و ترمیم دندان‌های معالجه ریشه شده
۵. مروری بر مطالعات انجام شده در زمینه دلایل شکست پست

چکیده

مقدمه: استفاده از پست یکی از رایج‌ترین روش‌های تأمین‌گیر ترمیم تاجی در دندان‌های درمان ریشه شده است. میزان موفقیت این درمان در صورت انتخاب و جایگزینی پست مناسب بسیار بالاست. در هنگام انتخاب پست، توجه به عواملی مانند وضعیت درمان ریشه دندان، نسج باقی‌مانده دندان، اثر فرول و انتخاب پستی با طول، قطر، طرح و جنس مناسب می‌تواند در میزان موفقیت درمان بسیار تعیین کننده باشد. از سوی دیگر، امروزه با معرفی پست‌های جدید و سمان‌های گوناگون، دندانپزشک می‌تواند طرح درمان‌های متنوع‌تری را ارائه دهد.

با این وجود باید توجه داشت که دندان‌های درمان ریشه شده به شدت مستعد شکستگی می‌باشند. از آن جا که قسمتی از نیروهای وارد به ترمیم از طریق پست به ساختار ریشه وارد می‌شود، یک پست نامناسب می‌تواند تنش‌های وارده به دندان را افزایش دهد. نتیجه اعمال این تنش‌ها ممکن است به سه حالت از دست رفتن گیر پست، شکستن پست/ترمیم و شکستگی ریشه بروز پیدا کند. در این بین، گرچه شایع‌ترین رخداد از دست رفتن گیر پست است، اما این احتمال نیز وجود دارد که با به کار گیری یک پست نامناسب شکستگی ریشه رخ دهد؛ اغلب در این صورت، خارج کردن دندان ضرورت پیدا می‌کند. هدف از ارائه این مقاله، مروری بر ملاحظات استفاده از پست در ترمیم دندان‌های درمان ریشه شده می‌باشد.

کلید واژه‌ها: دندان درمان ریشه شده، پست، ترمیم تاجی، گیر.

www.mui.ac.ir

مقدمه

بیش از ۲۰۰ سال است که برای تأمین گیر ترمیم تاجی دندان‌های درمان ریشه شده، از ریشه این دندان‌ها استفاده می‌شود. اولین بار Pierre Fauchard در سال ۱۷۲۸ از پست‌های چوبی برای ترمیم این دندان‌ها استفاده کرد؛ اما ایده استفاده از پست‌ها به شکل کنونی، حدود ۱۵۰ سال پیش توسط Harris مطرح شد. به دنبال پیشرفت روزافزون روش‌های درمان ریشه و نیاز به بازسازی وسیع این دندان‌ها، استفاده از پست در بین دندان‌پزشکان رواج یافت (۲، ۱). امروزه استفاده از پست در دندان‌های درمان ریشه شده روشی مرسوم برای تأمین گیر ترمیم تاجی دندان به شمار می‌رود.

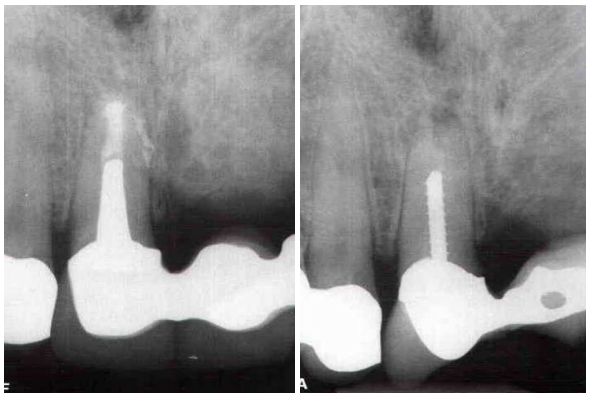
در گذشته اعتقاد بر این بود که پست، علاوه بر تأمین گیر کور، با تقویت ریشه از شکستگی آن جلوگیری می‌کند. بعضی مطالعات نیز پست فلزی را باعث تقویت ریشه دندان می‌دانند (۴، ۳)، اما اکثر تحقیقات این عقیده را رد می‌کنند (۶، ۵، ۳).

امروزه اکثر محققین وظیفه اصلی و اولیه پست را نگهداری کور بیان می‌کنند. علاوه بر این، پست مسؤول نهایی حفظ تمامیت لبه‌ها و محافظت از نسج باقی‌مانده دندانی می‌باشد؛ چرا که پست از طریق انتقال و توزیع نیروهای وارد به کراون در طول ریشه، از تجمع تنش در لایه سمانی لبه کراون جلوگیری می‌کند (۷). به همین علت می‌توان با انتخاب پست مناسب، موفقیت درازمدت دندان درمان ریشه شده را به میزان زیادی افزایش داد (۹، ۸). در ادامه، جنبه‌های مختلف انتخاب پست در ترمیم دندان‌های درمان ریشه شده مورد ارزیابی قرار می‌گیرد.

ملاحظات کلی

ملاحظات درمان ریشه: هر دندان درمان ریشه شده باید قبل از ترمیم دارای سیل اپیکالی خوب، طول و کیفیت مناسب پرکردگی ریشه و فاقد حساسیت به دق یا فشار، فیستول، ترشح و یا هر گونه علائمی از بیماری التهابی فعال باشد (۷)؛ در صورتی که هر گونه تردیدی در موفقیت درمان ریشه وجود دارد، باید دندان تا ایجاد شواهد قطعی موفقیت یا شکست درمان ریشه تحت نظر بماند (۱۱،۱۰، ۷) (شکل۱).

نکته قابل توجه دیگر تغییرات ساختار دندان پس از درمان ریشه است. تحقیقات مختلف نشان داده است که عاج دندان‌های درمان ریشه شده با عاج دندان‌های دارای پالپ متفاوت است. بر اساس نتایج برخی مطالعات، دندان‌های درمان ریشه شده به دلیل میزان آب کمتر، کم شدن اتصالات عرضی (Cross-link) کلاژن و کاهش آب درون ساختار کلاژن، شکننده‌تر هستند (۱۳، ۱۲، ۳). اساس این فرضیه از آن جاست که این دندان‌ها در حین خارج کردن یا ترمیم دچار شکستگی می‌شوند (۵).



شکل ۱. الف) هر دندان باید قبل از قرار دادن پست از نظر طول و کیفیت مناسب درمان ریشه بررسی شود؛ دندان‌های با درمان ریشه نامناسب کاندید دریافت پست نمی‌باشند. ب) پست خارج شده، درمان ریشه دوباره انجام شده و بازسازی تاج با پست ریختگی انجام پذیرفته است (۱۱).

اما گروهی دیگر از مطالعات این فرضیات را رد می‌کنند. این مطالعات بیان می‌دارند که از لحاظ میزان رطوبت عاج، بین دندان‌های وایتال و دندان‌های درمان ریشه شده تفاوت بارزی وجود ندارد (۱۵، ۱۴). بر اساس نتایج این تحقیقات، از دست دادن آب و درمان ریشه باعث کاهش خصوصیات مکانیکی و فیزیکی عاج نشده، تغییری در ضریب کشسانی (Modolous of elasticity)، سفتی (Stiffness) و یا چغرمگی شکست (Fracture toughness) آن ایجاد نمی‌کند (۱۲).

در واقع علت عمده شکنندگی بیشتر در دندان‌های درمان ریشه شده، از دست رفتن نسج دندان و یک‌پارچگی (Integrity) ساختمان آن به دنبال درمان ریشه، ضربه، پوسیدگی و مراحل آماده سازی برای ترمیم تاجی از یک سو (۱۶، ۱۲، ۱۰) و از بین رفتن مکانیسم فیدبک

www.mui.ac.ir

محافظتی پالپ در برابر نیروهای سنگین از سوی دیگر می‌باشد (۱۲، ۱۷). بنابراین حفظ ساختار دندان، مهم‌ترین اصل در بقای دندان‌های درمان ریشه شده است (۱۸).

۲- ملاحظات ترمیم

دو عامل در ترمیم دندان درمان ریشه شده بسیار تعیین کننده هستند:

الف) نوع دندان (انسیزور، کانین و یا خلفی) (۱۹، ۱۰)

ب) نسج تاجی باقی‌مانده که مهم‌ترین عامل در تعیین پیش آگهی درمان است (۱۹، ۷).

تفاوت‌های مورفولوژیک و فانکشنال موجود بین دندان‌های قدامی و خلفی درمان ریشه شده که اغلب سبب تفاوت در نوع نیروهای وارد شونده به آن‌هاست، ترمیم این دندان‌ها را متفاوت می‌سازد (۷).

اگر قسمت اعظم ساختار تاجی دندان سالم باقی بماند و نیروهای وارده مطلوب باشند (مانند دندان‌های قدامی)، ترمیم ساده کافی است (۱۹، ۱۰). اما در مواردی که بیش از ۵۰ درصد از نسج تاجی از بین رفته باشد، به پست و کور نیاز است (۱۲، ۱۰).

در دندان‌های خلفی نیز در صورتی که آسیب تاجی متوسط تا زیاد باشد، استفاده از پست ضرورت می‌یابد. با این وجود در این دندان‌ها اغلب ترمیم توسط پست و آمالگام یا کامپوزیت صورت می‌گیرد و به ندرت از پست و کور ریختگی استفاده می‌شود (۷).

میزان موفقیت ترمیم دندان با پست: دوام کلینیکی دندان‌های ترمیم شده با پست به فاکتورهای متعددی بستگی دارد؛ مقدار عاج باقی‌مانده، اندازه و جهت نیروهای وارده، شکل پست و کیفیت لایه سمان، همگی اثر مستقیمی بر میزان بقای پست دارند (۲۲-۲۰).

میزان شکست دندان‌های ترمیم شده با پست و کور ریختگی، از دندان‌های ترمیم شده با پست پیش‌ساخته و آمالگام کمی بیشتر است. این مسأله، به علت تمایل بیشتر دندان‌پزشکان به استفاده از پست و کور ریختگی در دندان‌های با ساختار ریشه‌ای ضعیف شده است (۷).

در مطالعات مختلف، میزان موفقیت دندان‌هایی که بازسازی شده با پست متفاوت گزارش شده است. مقایسه نتایج این مطالعات مشکل است؛ چرا که میزان نسج باقی‌مانده و کیفیت سیل تاجی دندان‌های بررسی شده، مشخص و یا یکسان نیست. با این وجود، بررسی مطالعات گوناگون، نقش بسزایی در ایجاد نگرش کلی نسبت به پیش آگهی درمان با پست و کور ریختگی دارد (۱۲).

اغلب تحقیقات، درصد موفقیت دندان‌های درمان شده با پست و کور ریختگی را بین ۸۰ تا ۱۰۰ درصد گزارش نموده‌اند (۲۴، ۲۳، ۸). در دو تحقیق جداگانه، میزان موفقیت بعد از ده سال ۸۲ درصد بیان شده است (۲). در مطالعه‌ای دیگر، ۸۷/۲ درصد پست و کورهای به کار رفته در دندان‌های قدامی بعد از ۶ سال هیچ گونه علائمی از شکست نداشت (۲۵). Butz و همکار (۲۶) و Hondrum (۲۷) نیز میزان موفقیتی در حد ۸۱ درصد گزارش کرده‌اند. اما Morgano و همکاران (۸)، Weinو همکاران (۲۴) و Bergman و همکاران (۲۵) درصد موفقیت پست و کور ریختگی را ۹۰/۶ تا ۹۸/۵ درصد می‌دانند. Creugers و همکاران بر اساس یک مطالعه متاآنالیز، درصد موفقیت پست و کور ریختگی را ۹۱ و موفقیت پست‌های پیچ شونده را ۸۱ درصد بیان نمودند (۹).

نتایج این تحقیقات نشان می‌دهد که میزان موفقیت در مواردی که طول پست مساوی طول تاج کلینیکی یا بیشتر از آن باشد، از ۹۷ تا ۱۰۰ درصد است (۱۲، ۸). این در حالی است که وقتی طول پست ۱/۲ تا ۱/۴ طول تاج کلینیکی باشد، میزان شکست به ۴۴/۱ درصد افزایش می‌یابد (۸). بقای دندان‌های درمان شده با پست و کور ریختگی دارای روکش، در دراز مدت مشابه دندان‌های وایتال گزارش شده است (۲۳، ۱۲).

علل شکست درمان‌های همراه با پست

دلایل شکست در درمان پست را می‌توان به سه دسته

www.mui.ac.ir

تقسیم نمود: شکست در لایه سمان و ریزنشت، شکستگی ریشه (دندان) و شکستگی پست (۲۸).

۱- شکست در لایه سمان و ریزنشت: هنوز به طور کامل مشخص نیست که لق شدن پست به خاطر خستگی (Fatigue) عاج است یا به دلیل یک نیروی بسیار شدید تخریبی (Single catastrophic load) (۲۹). به هر حال بیشترین میزان شکست درمان پست به علت لق شدن پست و متعاقب شکستگی در لایه سمان و ریزنشت اتفاق می‌افتد (۳۰، ۲۹، ۲۵). ریزنشت در پیش آگهی طولانی مدت ترمیم بسیار اهمیت دارد (۲۱). وجود ریزنشت باعث ایجاد پوسیدگی، تضعیف لایه سمان و ضایعه اپیکالی ریشه می‌گردد (۳۲، ۳۱).

۲- شکستگی پست: تحقیقات نشان می‌دهد که شکستگی پست بیشتر در انواع غیر فلزی رخ می‌دهد و این اتفاق در پست‌های فلزی به ندرت دیده می‌شود (۳۳). نتایج تحقیقات در مورد استحکام پست و کورهای ریختگی در مقایسه با پست و کورهای پیش ساخته فلزی متناقض است. در برخی مطالعات، استحکام پست و کور ریختگی بیشتر و در برخی دیگر کمتر بوده است (۳۵، ۳۴).

۳- شکستگی ریشه: در مورد استفاده از پست و اثر آن بر شکستگی دندان نظرات متناقضی وجود دارد. گرچه انتظار می‌رود با قرار دادن پست در کانال امکان تحمل تنش توسط دندان افزایش یابد و در نتیجه احتمال شکستگی ریشه در آینده کمتر گردد (۲۳، ۵)، اما اغلب مطالعات استفاده از پست را باعث افزایش خطر شکستگی ریشه می‌دانند (۱۲، ۷).

به هر حال شکستگی ریشه، یک مسأله مهم در دندان‌های ترمیم شده با پست است که ۳ تا ۱۰ درصد کل شکست‌های درمان با پست را شامل می‌شود (۳۶، ۱۰). در این میان حدود ۴۶ درصد این شکستگی‌ها در ناحیه اپیکال رخ می‌دهد (۳۷). به طور کلی شکستگی ریشه بیشتر در دندان‌هایی اتفاق می‌افتد که ساپورت ریشه‌ای خود را به دنبال مشکلات پریودنتال از دست داده‌اند (۳۰) (شکل ۲).

شکل ۲. یکی از عوارض بعد از شکستگی ریشه است. این عارضه به خصوص در نواحی که ساپورت استخوانی اطراف ریشه کاهش یافته شایع‌تر است (۱۱).

تهیه فضای پست: برای خارج کردن گوتای داخل کانال سه روش مختلف وجود دارد:

روش مکانیکی (استفاده از وسایل چرخشی)، روش شیمیایی (استفاده از حلال‌ها)، روش حرارتی (استفاده از وسایل انتقال دهنده گرما) (۳۸، ۷).

روش مکانیکی مؤثرترین، راحت‌ترین و در عین حال خطرناک‌ترین روش است (۳۸، ۱۲). باید توجه داشت که در هنگام خارج نمودن گوتاپرکا با استفاده از وسایل چرخشی مانند گیتس گلیدن، از حداکثر سرعت هندپیس استفاده شود تا با گرم شدن و در عین حال پلاستیکی شدن ناگهانی گوتاپرکا، حالت کشیدگی در آن ایجاد نگردد (۳۸).

گرچه Haddix و همکاران اعتقاد دارند که استفاده از روش حرارتی کم‌ترین ریزنشت اپیکالی و روش شیمیایی به علت تغییرات ابعادی گوتاپرکا بیشترین ریزنشت را دارد (۳۸)، دیگر تحقیقات نشان داده است که ریزنشت در روش‌های مختلف خارج کردن گوتاپرکا تفاوت معنی‌داری نداشته، هیچ یک از روش‌های نامبرده بر دیگری ارجحیت ندارد (۳۹، ۳۸، ۲۵).

حین تهیه فضای پست با وسایل چرخشی، باید از اسپری آب و هوا استفاده کرد تا مانع خشک شدن عاج شود و اثر

www.mui.ac.ir

دریل کردن افزایش یابد؛ برداشت عاج باید به آرامی صورت گیرد تا از ایجاد ترک در عاج جلوگیری گردد (۴۰).

هر چه طول بلندتری از گوتاپرکا در انتهای کانال باقی بماند، میزان ریزنشت اپیکالی کاهش می‌یابد؛ اما باقی گذاردن بیش از ۵ میلی‌متر گوتا پرکا در انتهای کانال به ندرت امکان پذیر است (۴۱، ۳۸). از طرفی توسعه بیش از حد فضای پست به ناحیه اپیکال سیل این ناحیه را با مشکل مواجه می‌کند (۴۱، ۲۵). بنابراین توصیه می‌شود که گوتای باقی‌مانده برای تأمین سیل کانال ۵-۳ میلی‌متر باشد (۴۱، ۳۸) (شکل ۴).

رعایت و حفظ شرایط ضدعفونی (Aseptic) در طی مراحل خارج نمودن گوتاپرکا، تهیه فضای پست و سمان کردن نقش مهمی در حفظ سیل گوتاپرکای باقی‌مانده در کانال دارد (۴۲). نشان داده شده است که استفاده از مواد پاک کننده و ضدعفونی کننده در طی این مراحل، در کاهش آلودگی کانال مؤثر است (۴۱).

گرچه برخی مطالعات نشان می‌دهد که زمان تهیه فضای پست بعد از درمان ریشه (بلافاصله و یا چند روز پس از پر کردن کانال) در پیش آگهی درمان تأثیری ندارد (۴۴، ۴۳، ۱۲)؛ با این وجود بر اساس گزارش‌ها، باکتری‌های موجود در قسمت تاجی کانال، ظرف چند روز به آپکس می‌رسند (۱۲). بر اساس مطالعه Heling و همکاران نیز ریزنشت بعد از گذشت دو ماه از درمان ریشه به طور چشم‌گیری بیشتر از یک ماه پس از درمان است (۴۱)؛ بنابراین انتظار می‌رود با گذشت زمان ریزنشت افزایش یابد. به همین دلیل پیشنهاد می‌شود که فاصله بین زمان پرکردن کانال و تهیه فضای پست کاهش یابد تا سیل مطمئن تاجی به دست آمده، میزان ریزنشت کاهش یابد (۴۵، ۴۱). این مسأله در مورد فاصله زمانی بین تهیه فضای پست و سمان کردن ترمیم دائم نیز صادق است. از آن جایی که پست همراه با روکش موقت ریزنشت بیشتری نسبت به رستوریشن دائمی دارد، توصیه می‌شود پس از سمان کردن پست رستوریشن دائمی هر چه سریع‌تر جایگزین گردد (۴۱، ۱۲).

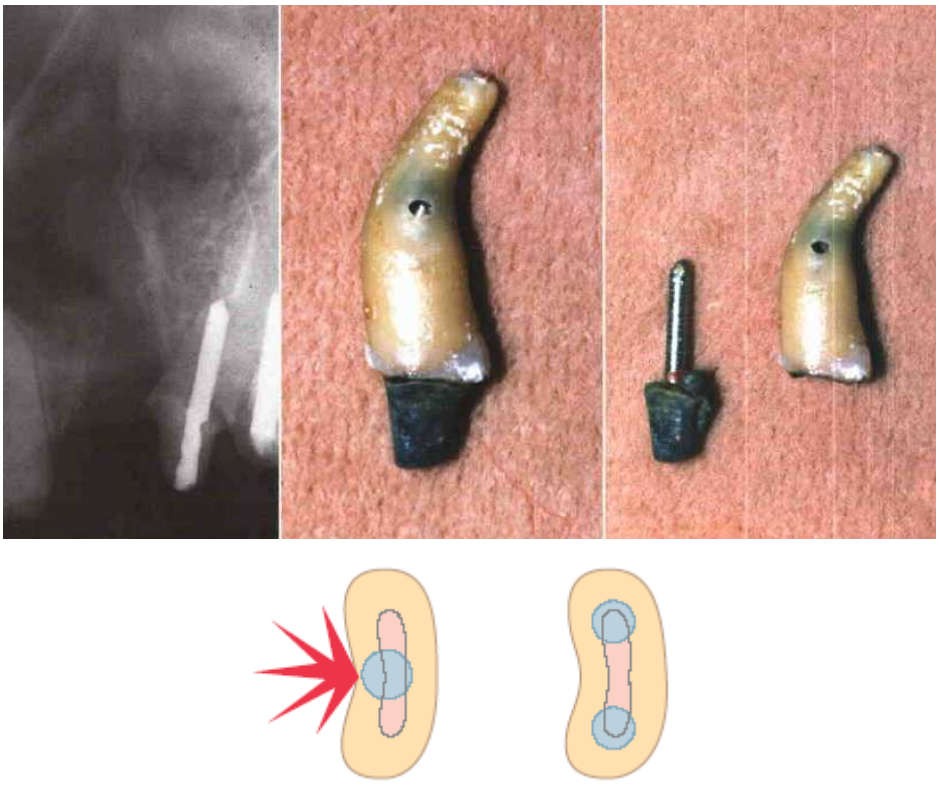
انتخاب پست

پست باید به گونه‌ای انتخاب شود که با حفظ بیشترین نسج دندانی و محافظت از ساختار دندان، گیر مناسب را نیز فراهم آورد (۴۶، ۱۰). نکته مهم آن است که گیرِ مناسب الزاماً به معنای بیشترین گیر نیست (۱۷، ۱۳). ترمیمی که به علت شکستگی ریشه با شکست رو به رو می‌شود، مزیتی نسبت به یک پست یا ترمیم لق شده ندارد. فرم آماده سازی و تطابق پست با دیواره کانال، طرح پست، طول پست، قطر پست، جنس و نوع پست، نوع سمان و خصوصیات سطحی پست هفت عامل اصلی است که در گیر پست اثر دارد (۴۷، ۲۱، ۱۳). در این قسمت به ترتیب به تشریح این موارد می‌پردازیم.

۱- فرم آماده سازی وتطابق پست با دیواره کانال: تطابق پست با کانال علاوه بر افزایش گیر باعث توزیع یکنواخت‌تر تنش توسط پست نیز می‌شود (۵). در دندان‌هایی که مقطع کانال آن‌ها به شکل دایره است (مانند دندان سانترال ماگزیلا)، تهیه یک فضا با فرم موازی یا حداقل تقارب توسط دریل یا پیزوریمر، اجازه استفاده از پست پیش ساخته را می‌دهد؛ اما در کانال‌هایی با سطح مقطع بیضی، باید فضای پست با تقاربی در حدود ۶ تا ۸ درجه تهیه شود تا از تأمین گیر کافی و حذف اندرکات‌ها اطمینان حاصل گردد (۷،۴۹،۴۸) (شکل ۳).

از آن جا که اغلب فضاهای پست تهیه شده در نیمه اکلوزال حالت مخروطی دارند، پست‌های موازی با مقطع دایره تنها در ناحیه اپیکال این فضا تماس مؤثری دارند (۷). این مشکل با پست و کور ریختگی وجود ندارد؛ چرا که این پست‌ها مطابق با شکل هر کانال تهیه می‌شود (۵۰).

www.mui.ac.ir



شکل ۳. هنگام تهیه فضای پست توجه به آناتومی ریشه، به ویژه تقعرها و انحنای آن، بسیار اهمیت دارد (۴۹، ۴۸).

۲- طول پست: افزایش طول پست باعث افزایش گیر پست می‌شود؛ هرچند این تناسب لزوماً خطی نیست (۱۹، ۵). افزایش طول پست از ۵ به ۸ میلی‌متر گیر آن را ۴۷ درصد افزایش می‌دهد (۵۱).

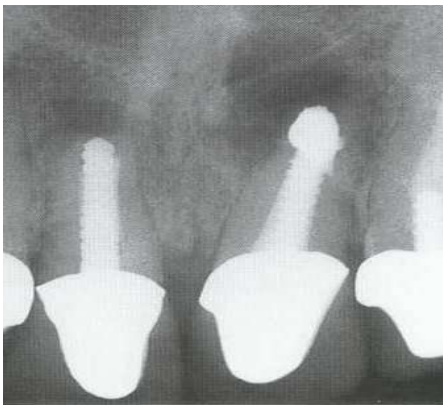
ارائه یک فرمول قطعی در مورد طول مطلوب پست مشکل است؛ اما نظرات زیر در این مورد بیان شده است:

- طول پست باید برابر طول انسیزوسرویکال یا اکلوزوسرویکال تاج دندان باشد (۵۲، ۴۷، ۳۹، ۳۸).
- طول پست باید از طول تاج کلینیکی دندان مربوط بلندتر باشد (۳۹).
- طول پست باید یک کسر معین (۱/۲، ۲/۳ و ۴/۵) از طول ریشه باشد (۳۹).
- پست باید در نیمه راه بین کرست استخوان و نوک آپکس خاتمه یابد (۳۹، ۱۰).
- طول پست باید تا حد ممکن بلند باشد؛ البته بدون آن که سیل اپیکالی به خطر بیفتد یا سبب تضعیف استحکام نسج باقی‌مانده ریشه شود (۳۹، ۱۹، ۱۰).
- ۸ میلی‌متر حداقل طول پستی است که می‌توان استفاده کرد (۱۲).
- طول پست باید برابر طول تاج کلینیکی باشد (۳۹).
- طول پست باید ۱/۲ طول ریشه باشد (۵۳).
- طول پست باید ۱/۲ تا ۲/۳ طول ریشه باشد (۳۸).
- طول پست باید ۲/۳ طول ریشه باشد (۵۱).
- طول پست باید ۳/۴ طول ریشه باشد (۱۲).

با وجود آن که Burns و همکاران بیان می‌دارند که پست‌های با طول متفاوت و قطرهای یکسان دارای تجمع تنش مشابهی می‌باشند (۵۴)، اما اکثر مطالعات طول بلندتر پست را باعث توزیع یکنواخت‌تر تنش‌های اکلوزالی در طول ریشه می‌دانند (۳۸، ۳۴). یک پست کوتاه و سخت نیروها را به قسمت حمایت نشده ریشه (بالاتر از کرست

www.mui.ac.ir

استخوان) وارد کرده، باعث شکستگی ریشه می‌شود. در واقع بر اثر نیروهای افقی، پست‌های کوتاه در مقایسه با انواع دیگر پست، تنش بیشتری در عاج اطراف خود ایجاد می‌کنند (۵۵، ۲۲).



شکل ۴. در هنگام تهیه فضای پست حفظ ۳ تا ۵ میلی‌متر از گوتا در قسمت انتهایی ریشه ضروری است. از دست رفتن سیل اپیکال باعث ایجاد ضایعه در دندان می‌شود (۴۸)

یک نکته مهم آن است که افزایش طول پست سبب اپیکالی‌تر شدن مرکز چرخش پست و ترمیم شده، توزیع تنش را در طول ریشه تسهیل می‌کند. به عبارت دیگر، این کار باعث دور شدن تمرکز تنش از ناحیه بحرانی مرز عاج- ترمیم می‌شود (۵۶). هرچه طول بیشتری از پست توسط عاج احاطه شود، تنش در سطحی وسیع‌تر و به طور یکنواخت‌تر پخش می‌شود (۳۸، ۱۲)؛ اگر طول پست از طول تاج کمتر باشد، تنش زیادی به قسمت تاجی ریشه وارد می‌شود و باعث شکستگی عاج، ترک در سمان و یا هر دو عارضه می‌گردد (۱۲، ۷).

از آن جایی که در طی جویدن، نیروها در کرست استخوان تجمع می‌یابد، پست همیشه باید تا پایین‌تر از کرست استخوان امتداد یابد (۱۲).

۳- طرح پست: یکی از مهم‌ترین عواملی که گیر پست و محافظت عاجی را تحت تأثیر قرار می‌دهد، شکل پست است. در طول صد سال گذشته انواع طرح‌های پست‌های آماده (Prefabricated) از سوی کارخانجات مختلف ارائه شده است (۷)، اما به طور کلی این گونه پست‌ها از نظر شکل ظاهری اولیه به دو نوع موازی و مخروطی تقسیم می‌شوند. قدیمی‌ترین و متداول‌ترین نوع پست استفاده شده پست‌های مخروطی (Tapered) با سطوح صاف سمان شونده هستند که پست‌های ریختگی یکی از انواع آن‌ها است. پست‌های مخروطی در مقایسه با انواع دیگر پست کم‌ترین گیر را دارند (۵۷، ۱۷). هر چه درجه تقارب پست بیشتر باشد، گیر آن کمتر می‌شود؛ این مشکل با انتخاب پستی با طول مناسب حل می‌گردد (۱۷).

علاوه بر این تحقیقات نشان داده است که شکل پست بر مقاومت به شکستگی دندان‌های درمان ریشه شده تأثیر چشم‌گیری دارد (۱۳). پست باید به گونه‌ای طراحی شود که با انتشار یکنواخت نیروها در طول ریشه، پتانسیل شکستگی ریشه را به حداقل برساند (۱۰). در این بین طرح مخروطی باعث تمرکز تنش بیشتر در لایه سمان نزدیک آپکس پست می‌شود و بدترین نوع از نظر اعمال تنش‌ها به لایه سمان و مرز عاج- سمان محسوب می‌گردد. این پست‌ها بیشترین تمرکز تنش را در حین اعمال نیروهای افقی نشان داده‌اند (۲۲)؛ به طوری که با ایجاد نیروی گوه‌ای در نزدیکی اپکس، موجب شکستگی ریشه می‌شوند (۵۸، ۲۸، ۱۳). در مقایسه، پست‌های موازی نیروها را به صورت یکنواخت‌تر و غیرفعال‌تری به دیواره‌ها وارد می‌کنند (۱۰، ۷).

با این وجود به دلایل زیر استفاده از پست‌های با فرم مخروطی، معمول‌تر است:

الف) فرم مخروطی، فرم طبیعی کانال و ریشه است؛ بنابراین باعث حفظ نسج بیشتری از دندان می‌شود (۱۷، ۱۰).

ب) قالب‌گیری از یک فضای پست با فرم مخروطی بسیار ساده است و قالب گرفته شده از کانال نیز دقیق می‌باشد (۱۷).

ج) این فرم خاصیت Self-venting دارد و باعث ایجاد فشار هیدروستاتیک رو به عقب در هنگام سمان کردن پست نمی‌شود (۵).

یک نکته مهم در هنگام کاربرد این نوع پست آن است

www.mui.ac.ir

که در صورتی که از انواع پست‌های مخروطی به صورت پست و کور ریختگی استفاده شود باید یک فرول در اطراف لبه تاجی دندان ایجاد نمود تا شکستگی ریشه به میزان زیادی کنترل گردد (۱۷، ۱۲).

از سوی دیگر چون پست‌ها می‌توانند به طور پیچ شونده و یا سمان شونده به کار روند، مطالعات متعدد نشان داده است که میزان شکستگی ریشه هنگامی که پست‌ها به صورت پیچ شونده استفاده می‌شوند، به مراتب بیشتر از انواع سمان شونده است (۶۱-۵۹). در این میان پست‌های مخروطی پیچ شونده بدترین نوع پست می‌باشند (۶۲، ۵۹).

گروه دیگری از پست‌ها که از پیش آماده نبوده، برای ساخت سفارش داده می‌شوند (Custom made posts) پست و کورهای ریختگی می‌باشند. این پست‌ها برای سالیان متمادی مورد استفاده قرار گرفته و بسیار موفق بوده‌اند. با این وجود با معرفی انواع پست‌های پیش ساخته، تمایل به استفاده از پست و کورهای ریختگی کمتر شده است. از دلایل این امر می‌توان نیاز به حداقل دو جلسه درمانی، نیاز به ترمیم موقت و هزینه بالاتر به دلیل کار لابراتواری را ذکر کرد (۶۵-۶۳، ۶۲-۶۰، ۱۲، ۱۱). شاید بزرگ‌ترین عیب این درمان در نواحی است که زیبایی مطرح باشد و در دوره درمان ترمیم موقت قرار گیرد (۶۶، ۱۲).

اما در شرایطی که پست و کور ریختگی بهترین انتخاب محسوب می‌شود، این درمان در مواردی که محور دندان انحراف (Tilt) یافته است، برای تصحیح محور کور و موازی کردن آن با دندان‌های مجاور استفاده می‌شود؛ همچنین در مواردی که چندین دندان به پست و کور نیاز دارند، یک بار قالب‌گیری و ساخت پست و کور ریختگی، بهتر و راحت‌تر از ترمیم جداگانه هر دندان (پست و بیلدآپ) است (۱۲).

۴- قطر پست: انتظار می‌رود که مقاومت در برابر خروج پست به طور مستقیم به سطح تماس پست با عاج بستگی داشته باشد. بنابراین افزایش قطر، باید نقش مهمی در گیر پست داشته باشد؛ اما در عمل این طور نیست و قطر، تأثیر اندکی در گیر دارد. این مسأله در مورد تمام طرح‌های پست صدق می‌کند (۶۷، ۵). به همین دلیل باید قطر پست به اندازه‌ای انتخاب شود که در عین حفظ عاج ریشه، در برابر تغییر شکل و خم شدن مقاومت کند (۵). به نظر می‌رسد بهترین نتیجه با پستی که قطر آن معادل $\frac{1}{3}$ کل قطر ریشه است، به دست می‌آید (۳۹). افزایش قطر پست گرچه باعث افزایش سختی و افزایش قابلیت انتقال و پخش نیرو در یک محدوده وسیع‌تر می‌شود، اما این امر به ازای از دست رفتن عاج دندان حاصل می‌گردد. کاهش نسج دندانی، به خصوص در ناحیه آپکس، خطر شکستگی ریشه را افزایش می‌دهد (۳۹، ۱۰). بر اساس نتایج مطالعات، مقاومت به شکست ریشه به طور مستقیم با میزان ضخامت عاج باقی‌مانده به خصوص در جهت باکولینگوالی ارتباط دارد (۶۹، ۶۸، ۵۳، ۳۹). گرچه در برخی مطالعات ضخامت باقی‌مانده دیواره اگزیالی اطراف پست (۱، ۲ و ۳ میلی‌متر) در میزان و نوع شکستگی ریشه، بدون تأثیر دانسته شده است (۷۰، ۲۸)، اما بیشتر مؤلفین بر این امر تأکید می‌کنند که دندان‌هایی که ۲ تا ۳ میلی‌متر عاج در قسمت باکالی دارند، کمتر از دندان‌هایی که یک میلی‌متر عاج در این ناحیه دارند، دچار شکستگی می‌شوند (۷). به هرحال جهت جلوگیری از شکستگی ریشه باید حین تهیه فضای پست حداقل یک میلی‌متر نسج دندانی در اطراف پست باقی گذاشت (۱۰) (شکل ۵).

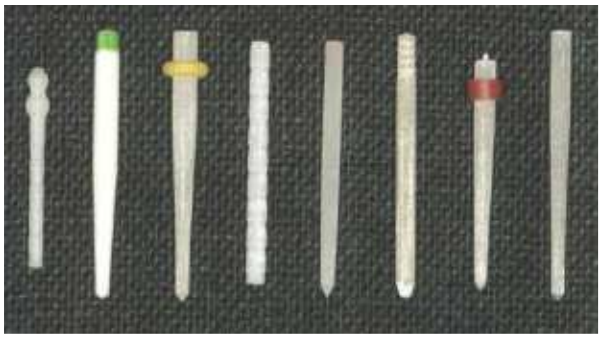
شکل ۵. ایجاد ضایعه در دندان‌ها به دنبال استفاده از پست‌های با قطر بیش از حد (۱۱)

تحقیقات نشان می‌دهد در مواردی که قطر پست از $\frac{1}{2}$ کل قطر ریشه بیشتر شود، میزان موفقیت درمان به شدت

www.mui.ac.ir

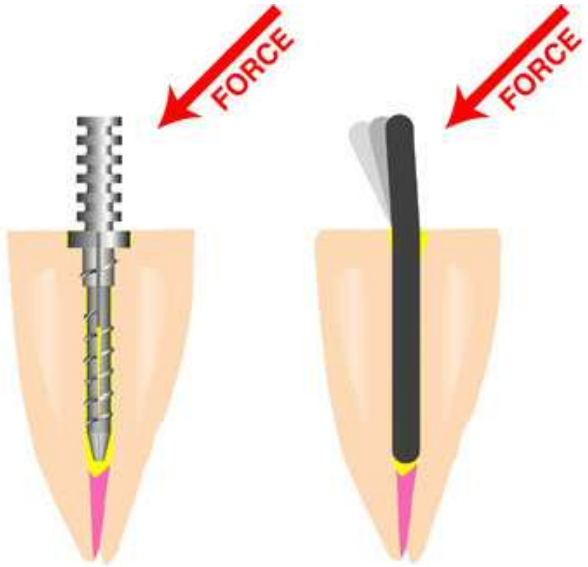
کاهش می‌یابد (۱۷). به ویژه پست‌های با قطر زیاد و طول کوتاه، تجمع تنش را در ناحیه سرویکال افزایش می‌دهند (۶۸). بنابراین باید پست به گونه‌ای انتخاب گردد که تا حد امکان نسج کمتری از دندان برداشته شود (۷).

۵- نوع وجنس پست: استحکام ذاتی پست و اتصال بین ماده کور و عاج فاکتورهای مؤثری در جلوگیری از شکستگی ریشه می‌باشند (۶۸). پست‌های موجود، در دو رده کلی پست‌های فلزی و غیر فلزی تقسیم می‌شوند. در ابتدا پست‌های فلزی مورد استفاده قرار می‌گرفتند اما به تدریج و برای تأمین زیبایی بیشتر، انواع پست‌های غیر فلزی معرفی شدند؛ پست‌های زیرکونیا و انواع پست‌های فایبر نمونه‌هایی از این دست است (شکل ۶).



شکل ۶. انواع پست‌های فایبر با شکل‌ها و سایزهای مختلف در دسترس می‌باشند (۱۱)

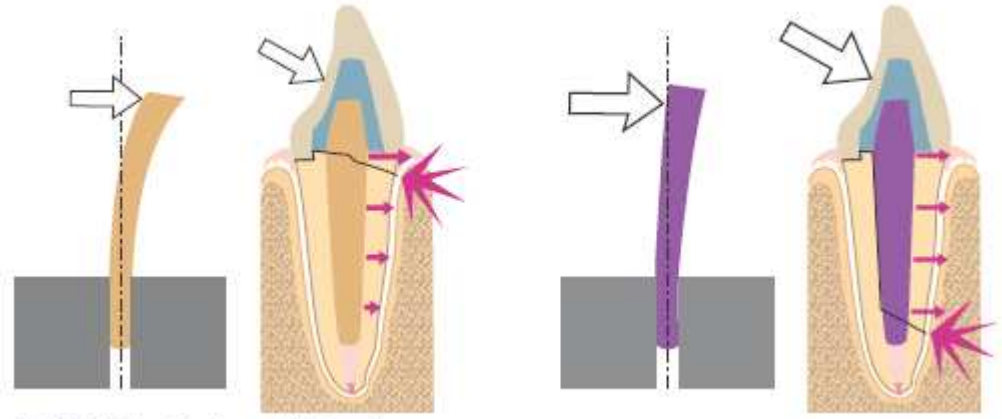
پست‌های کامپوزیتی یا فایبر پست‌ها اولین بار در سال ۱۹۹۰ و با معرفی کربن فایبرها وارد حیطه درمان شدند. به تدریج و با گسترش این نوع پست‌ها، انواع سیلیکا فایبر یا گلاس فایبر، ریبون فایبر یا (Polyethylene fiber reinforced) و پست‌های شفاف (Light transmitting) نیز معرفی شدند (۷۲، ۷۱). ویژگی عمده این نوع پست‌ها ضریب کشسانی آن‌ها است که نزدیک به ضریب کشسانی عاج می‌باشد (۷۲، ۵۲)؛ همچنین این پست‌ها دچار کروژن نشده، اغلب از نظر زیبایی نسبت به پست‌های فلزی نمای بهتری دارند (۷۱). این پست‌ها همراه با سیستم‌های چسباننده برای تقویت دندان‌هایی که ساختار آن‌ها تضعیف شده است، توصیه می‌شوند؛ اما نباید این تصور به وجود آید که این مواد می‌توانند در حد دندان سالم عمل کنند (۷۳، ۷۱). گرچه در مورد میزان شکستگی ریشه با پست‌های فلزی و غیر فلزی و تفاوت در استحکام این پست‌ها اختلاف نظر وجود دارد (۷۵، ۷۴)، اما به نظر می‌رسد استحکام پست‌های فایبر از پست‌های فلزی کمتر باشد که باعث می‌شود میزان شکستگی ریشه با این پست‌ها کمتر اما میزان شکستگی خود پست و یا جدا شدن کور در انواع فایبر بالاتر باشد (۷۷، ۷۶). در واقع به دنبال اعمال نیرو، سختی کم پست باعث تغییر شکل ترمیم در لبه‌ها می‌شود که پیامد آن وقوع ریزنشت و عود پوسیدگی است (۱۲، ۵) (شکل ۷ و ۸).



شکل ۷. پست‌های فلزی در برابر اعمال نیرو مقاومت نموده، نیرو را به دندان منتقل می‌نمایند اما پست‌های فایبر در برابر اعمال نیرو خم می‌شوند (۴۹).

پست‌های زیرکونیا رایج‌ترین نوع پست‌هایی سرامیکی محسوب می‌شوند که دارای استحکام، مقاومت به کروژن و زیبایی بالایی می‌باشند (۷۸)، مشکل عمده این پست‌ها عدم اتصال مواد رزینی مانند کامپوزیت‌ها و یا سمان‌های رزینی به آن‌ها است (۸۰، ۷۹). همچنین به خاطر خصوصیات فیزیکی خاص، درمان مجدد ریشه‌های ترمیم شده با این پست‌ها غیر ممکن است (۸۱).

www.mui.ac.ir



شکل ۸. در پست فلزی به دلیل سختی پست نیروهای وارده به پست به قسمت اپیکال منتقل شده، سبب افزایش احتمال شکستگی در این ناحیه می‌شود. خم شدن فایبر پست‌ها باعث می‌شود نیرو بیشتر به قسمت‌های کرونال وارد شده، شکستگی پست و دندان در نواحی کرونالی‌تر رخ دهد. باید توجه داشت که از معایب خم شدن پست‌های فایبر، میزان بیشتر جدا شدن لبه‌ای ترمیم و وقوع ریزنشت و ایجاد پوسیدگی‌های آتی است (۴۹).

در بین پست‌های فلزی، پست‌های ریختگی به علت سختی زیاد هنگامی که تحت نیرو قرار می‌گیرند، سبب شکستگی ریشه می‌شوند (۳۵). این پست‌ها بیشتر تمایل به ایجاد شکستگی در ناحیه اپیکال دارند (۳۷، ۲۱). باید توجه داشت که نیروی لازم برای ایجاد شکستگی ریشه با پست و کور ریختگی نسبت به انواع پست پیش‌ساخته (فلزی و غیرفلزی) بالاتر است (۸۲، ۴۲، ۳۷، ۲۱) ولی میزان این نیرو نیز اغلب به حدی بالاست که به ندرت در کلینیک مشاهده می‌شود (۸۳، ۴۲).

۶- خصوصیات سطحی پست: سندبلاست (Sandblast) کردن، وجود تضرس، شیارهای محیطی و ایجاد فضای گریز سمان (Venting)، موجب افزایش گیر پست می‌شود (۸۵، ۸۴، ۶۷). نشان داده شده است که سندبلاست کردن سطوح با اکسید آلومینیوم ۵۰ میکرون، نسبت به میکروبلاست (Microblast) با گلاس بید (Glass bead) و پیکلینگ (Pickling) گیر را حداقل ۶۷ درصد افزایش می‌دهد (۸۶). به علاوه به دنبال افزایش خشونت سطحی دندان، گیر سمان‌های مختلف افزایش می‌یابد (۸۷، ۶۶، ۵۷).

نقایص سطحی در پست‌های ریختگی نکته مهمی است که باید به آن توجه شود. ندول‌های (Nodule) کوچک در سطح پست‌های ریختگی با ایجاد نیروی گوه‌ای خطر شکستگی ریشه را افزایش می‌دهد؛ بنابراین سطح پست‌های ریختگی باید زیر نور مناسب و با بزرگ‌نمایی قابل قبولی از نظر وجود هر گونه ندول بررسی شود. همچنین مشخص شده است که سمان‌های باقی‌مانده از ترمیم موقت در فضای پست می‌تواند اثرات منفی مشابهی مانند یک ندول داشته باشد (۸).

۷- نوع سمان: سمان‌های دندانی رابطه بین یک ترمیم غیرمستقیم و دندان را برقرار می‌کنند (۸۸). سمان به عنوان عاملی در ایجاد گیر، جلوگیری از ریزنشت و مقاومت در برابر چرخش شناخته شده است. همچنین سمان به عنوان یک لایه جاذب تنش عمل می‌کند و از تجمع تنش جلوگیری می‌نماید (۳۳). موادی که گیر بیشتری فراهم می‌کنند، سخت‌تر هستند و در زمان طولانی‌تری خارج می‌شوند (۸۹)؛ گرچه هیچ سمانی در برابر مایعات، سیل کامل ایجاد نمی‌کند و همه سمان‌ها دارای ریزنشت هستند (۹۱، ۹۰، ۳۱).

گروهی از محققین اعتقاد دارند که نوع سمان، تنها در حالتی بر گیر پست اثر دارد که اصول صحیح طراحی پست رعایت نشده باشد و یا از پست‌های مخروطی با دیواره‌های صاف استفاده شود (۶۷، ۲۱)؛ اما اکثر مؤلفین نوع سمان را بر گیر انواع پست مؤثر می‌دانند (۹۲، ۸۸، ۳۳، ۷). باید توجه داشت که نوع سمان نمی‌تواند به اندازه تطابق مناسب پست با دیواره‌های کانال در ایجاد گیر مؤثر باشد (۵). در اطراف پستی که تطابق مناسب دارد، فقط یک فضای کوچک برای سمان

www.mui.ac.ir

باقی می‌ماند. این لایه نازک سمان گیر را افزایش می‌دهد و انتقال نیروها را تسهیل می‌کند (۹۳). از سوی دیگر لایه نازک سمان در اثر فشارهای اکلوزالی متناوب کمتر از یک لایه ضخیم مستعد ترک است (۵۰)؛ نشان داده شده است که کاهش ضخامت سمان و خشن کردن سطح دندان و پست ریختگی از عواملی هستند که مقاومت ترمیم را در برابر نیروهای طرفی افزایش می‌دهند (۸۴).

باید دانست که اتصال سمان با عاج در نقاط مختلف عاج ریشه متفاوت است. به دلیل تفاوت مورفولوژیک عاج ریشه نسبت به عاج تاج (به طور مثال تراکم کمتر توبول‌های عاجی و تغییر شکل کلاژن در عاج ریشه) اتصال سمان در عاج اپیکال با مشکلات بیشتری رو به رو است (۱۲). گرچه در یک مطالعه، قدرت باند سمان رزینی در یک سوم اپیکالی بیشتر از یک سوم میانی و سرویکال ریشه گزارش شده است (۹۴).

از سوی دیگر نوع سمان به کار رفته در شکستگی ریشه مؤثر است. به دنبال نیروهای وارده به دندان، سمان‌های شکننده‌ای مانند زینک فسفات، پس از مدتی دچار شکست می‌شوند. این مسأله باعث تجمع تنش در ناحیه آپکس می‌شود که پیامد آن لقی پست یا شکستگی ریشه است (۹۵).

البته اغلب سمان‌های موجود به طور موفقیت‌آمیزی با پست‌ها قابل استفاده هستند (۳۳، ۱۷). به طور کلی وقتی از یک پست با طول و طرح مناسب استفاده می‌کنیم، استفاده از سمان‌های معمولی بر سمان‌هایی مانند سمان رزینی ارجح است؛ چرا که این سمان‌ها گران و از نظر فرآیند کاربرد حساس بوده، استفاده از آن‌ها مستلزم انجام مراحل خاص و از نظر برخی مشکل است. همچنین در صورتی که نیاز به خارج کردن پست باشد، گیر زیاد این سمان‌ها مشکل زا خواهد بود. باید توجه داشت که در هنگام سمان کردن پست، هدف رسیدن به گیر نامحدود نیست؛ چرا که گاهی ریشه به درمان مجدد نیز احتیاج پیدا خواهد کرد (۱۷). مطالعات آزمایشگاهی نشان می‌دهد که در بین سمان‌های مرسوم برای چسباندن پست، سمان‌های رزینی گیر بالا، سمان گلاس آینومر گیر متوسط و سمان زینک فسفات گیر پایینی دارند (۹۷، ۹۶، ۳۳). از میان انواع سمان‌ها کمترین سیل در پست‌های سمان شده با سمان زینک فسفات و بیشترین سیل در ترمیم‌های سمان شده توسط سمان رزینی دیده شده است (۲۱).

همچنین مشخص شده است که برداشتن لایه اسمیر، گیر بیشتری برای سمان فراهم می‌کند (۸۵). توصیه شده است که برای برداشت لایه اسمیر از موادی مانند EDTA، MTAD و یا اسید سیتریک استفاده شود (۱۰۱–۹۸). سمان‌هایی مانند زینک فسفات و گلاس آینومر به طور ذاتی خاصیت اسیدی دارند و باعث برداشت قسمتی از لایه اسمیر می‌شوند (۱۰۲)؛ اما از سوی دیگر سمان‌های با بیس اسیدی، مانند زینک فسفات، گلاس آینومر و پلی‌کربوکسیلات، در مقایسه با سایر سمان‌ها میزان ریزنشت بیشتری در حد فاصل عاج– سمان نشان داده‌اند (۱۰۳). از آن جایی که قوام مناسب برای سمان کردن ترمیم‌های ریختگی، قوام خامه‌ای است و سمان با این قوام، به داخل عاج دمینرالیزه شده (توسط اسید سمان) نفوذ نمی‌کند، لایه‌ای از فیبرهای کلاژن، که اطراف آن‌ها دمینرالیزه است، به وجود می‌آید. این فیبرها در طول زمان با بزاق و آب واکنش داده، هیدرولیز می‌شوند و کاهش تدریجی استحکام باند و ایجاد نشت اتفاق می‌افتد. از آن جایی که در زیر ترمیم‌های سمان شده با سمان‌های اسیدی، ۲۴ ساعت پس از سمان کردن در مرز سمان– عاج ریزنشت گزارش شده است، این توجیه که ریزنشت اولیه ناشی از لایه دمینرالیزه و کلاژن اکسپوز شده است و نه ناشی از حلالیت، انقباض یا عدم اتصال سمان، بیشتر تقویت می‌شود (۱۰۳).

با این وجود زینک فسفات و گلاس آینومر رایج‌ترین سمان‌هایی هستند که برای چسباندن پست استفاده می‌شوند. سابقه کلینیکی سمان زینک فسفات در این زمینه موفقیت آمیز بوده، به نظر می‌رسد برای سمان کردن پست بسیار مناسب باشد (۱۰۴).

این سمان که از اوایل دهه ۱۹۰۰ رواج یافته است (۱۰۵، ۹۳)، سمانی ارزان با ضخامت لایه‌ای مناسب، خصوصیات کلینیکی مناسب و روش کار کردن راحت است (۱۰۶، ۱۶). استحکام زینک فسفات یک ساعت بعد از مخلوط کردن به $۳/۲$ استحکام نهایی خود می‌رسد (۱۰۷) و در طول یک روز ضریب کشسانی و استحکام کششی آن به حداکثر مقدار خود رسیده، از آن به بعد ثابت باقی می‌ماند (۱۰۹، ۱۰۸).

گرچه یک مطالعه نسبت پودر به مایع را فاقد اثر بر

www.mui.ac.ir

استحکام کششی دانسته است (۱۱۰)، اما اغلب مطالعات نشان داده‌اند که استحکام سمان با نسبت پودر به مایع رابطه‌ای تقریباً خطی دارد؛ به طوری که میزان پودر بیشتر استحکام بالاتری را ایجاد می‌کند (۹۳).

مخلوط کردن این سمان باید روی یک اسلب سرد و در سطح وسیع صورت گیرد (۹۳). این کار باعث افزایش زمان کار کردن (Working time) می‌شود و می‌توان تا ۵۰ درصد پودر بیشتر به مایع اضافه کرد؛ این عمل منجر به افزایش استحکام سمان می‌شود (۱۱۱، ۹۳). این تکنیک هیچ اثر منفی بر حلالیت و گیر سمان ندارد (۷). اکثر مطالعات نشان داده‌اند که استحکام این سمان با کاهش نسبت پودر به مایع، مخلوط کردن نادرست و تماس زودرس با مایعات دهانی به شدت کاهش می‌یابد (۱۰۷). همچنین با وجود راحت‌تر و سریع‌تر بودن نوع کپسولی این سمان نسبت به نوع مخلوط شده دستی (Hand-mix)، نوع کپسولی از نظر استحکام مزیتی نداشته، حتی متخلخل‌تر از نوع Hand-mix می‌باشد (۱۱۲، ۸۸).

شرایط نگهداری سمان‌ها بر خصوصیات مکانیکی آن‌ها اثر زیادی دارد (۳۳). باید توجه داشت که کاهش خصوصیاتی مانند استحکام و ویسکوزیتی سمان، گرچه به ظاهر از لحاظ کلینیکی نمودی ندارد، دوام طولانی مدت ترمیم را با مشکل مواجه می‌کند (۲۷)؛ به طور مثال، باز بودن درب ظرف مایع زینک فسفات و از دست رفتن آب آن باعث اختلال در یونیزاسیون اسید و سرعت واکنش ست شدن ماده و بنابراین کاهش خصوصیات مکانیکی سمان می‌شود (۱۱۳).

از مزایای عمده سمان زینک فسفات، عدم تأثیر نوع سیلر استفاده شده در درمان ریشه (اوژنولی و غیراوژنولی) بر گیر آن است (۱۰۶، ۳۰)؛ اما این سمان معایب متعددی دارد که نمی‌توان از آن‌ها چشم پوشی کرد. حلالیت این سمان نسبت به سمان‌های جدیدتر بالاتر است؛ حلالیت اولیه سمان زینک فسفات از گلاس آینومر کمتر است، اما حلالیت بیشتری از سمان‌های رزینی دارد (۱۱۴). با وجود آن که زینک فسفات خاصیت خیس کنندگی مناسبی دارد و به علت ماهیت اسیدی خود سطح دندان را اچ می‌کند (۱۱۵)، اما گیر آن نسبت به سمان گلاس اینومر و سمان رزینی کمتر است؛ علت این امر از آن جا است که این سمان خاصیت چسبندگی به دندان و فلز ندارد و گیر آن از طریق گیر مکانیکی (گیر در تضرس‌های سطحی) تأمین می‌شود. همین امر باعث می‌شود طول، درجه تقارب و سطح تماس در میزان گیر آن بسیار موثر باشد (۱۱۶، ۹۳).

اکثر مطالعات سمان گلاس آینومر را برای چسباندن پست مناسب می‌دانند (۳۹، ۳۳). از آن جا که در دندان‌های درمان ریشه شده، به دنبال از دست رفتن مکانیسم‌های محافظتی، مانند درد، احتمال گسترش پوسیدگی زیاد است، استفاده از این سمان به دلیل خاصیت ضد پوسیدگی، بسیار مناسب است (۳۳). مدارک مستدلی وجود دارد که فلوراید موجود در مواد ترمیمی و سمان‌ها باعث جلوگیری از پوسیدگی می‌گردد (۱۱۹-۱۱۷). با این وجود، بعضی محققین چسباندن پست با سمان گلاس اینومر را توصیه نمی‌کنند؛ چرا که اعتقاد دارند این سمان در افزایش گیر پست نسبت به سمان‌های دیگر برتری ندارد. همچنین استحکام نهایی سمان گلاس اینومر بعد از ماه‌ها به دست می‌آید و به همین دلیل توانایی تحمل تنش را ندارد (۱۰۴، ۱)؛ ضخامت لایه‌ای آن پایین بوده، ویسکوزیتی آن در یک مدت کوتاه بعد از مخلوط کردن تقریباً ثابت می‌ماند؛ بنابراین نشستن رستوریشن در مقایسه با زینک فسفات بهتر صورت می‌گیرد. در نوع کپسولی این سمان احتمال تشکیل حباب کمتر است و به همین دلیل استحکام سمان افزایش می‌یابد (۱۲۰). نشان داده شده است که با آماده سازی عاج با هیپوکلریت سدیم ۵ درصد، قبل از استفاده از سمان گلاس اینومر، اتصال بهتری فراهم می‌شود (۱۲۱).

سمان کردن پست

در بین روش‌های مختلف سمان کردن، استفاده از لنتولواسپیرال به علت پخش یکنواخت و ایجاد یک لایه متراکم سمان در داخل کانال بهترین روش است (۱۲۲، ۳۹، ۲۱). استفاده از لنتولواسپیرال در لایه سمان حبابی ایجاد نمی‌کند؛ در حالی که پوشاندن پست با سمان باعث ایجاد حباب در داخل لایه سمان می‌شود (۱۲۲). Reel و همکاران نشان دادند که قرار دادن سمان فقط در فضای پست گیر بیشتری را نسبت به مواقعی که سمان فقط روی پست و یا هم در داخل کانال و هم بر روی پست قرار گیرد، ایجاد می‌کند (۱۲۳). با این وجود، گروهی از محققین قرار دادن سمان هم در داخل کانال (با لنتولو) و هم بر روی سطح پست را روش مطلوب بیان می‌کنند (۳۹). مشخص

www.mui.ac.ir

شده است که اعمال نیروی بیشتر در هنگام ست شدن اولیه و وجود ونتینگ باعث بهبود نشستن ترمیم و افزایش تطابق لبه‌ای می‌شود (۱۲۵، ۱۲۴، ۸۹، ۲۱)؛ قرار دادن ونتینگ اثری بر گیر ترمیم ندارد (۱۲۴).

یکی از عوامل مؤثر در وقوع شکستگی ریشه فشار هیدرولیک هنگام سمان کردن است (۸)؛ این مسأله به خصوص در مواقع استفاده از پست‌های موازی فاقد گریز سمان، دیده می‌شود. اما پست‌های موازی دارای فضای گریز یا تضرس هنگام سمان کردن، استرس کمتری به عاج اطراف خود وارد می‌کنند (۵).

نکته مهم در هنگام سمان کردن پست و کورهای ریختگی توجه به مواد لوبریکنتی است که قبل از قالب‌گیری در داخل کانال استفاده می‌شود. این مواد گیر پست و کورهای مخروطی را کاهش می‌دهد (۱۲۶، ۱)؛ بنابراین پیش از سمان کردن پست باید به طور کامل توسط حلال و کن کاغذی از سطح دیواره کانال حذف شوند (۱۲۶).

راه‌کارهای کنترل تنش: هر پست بلافاصله بعد از سمان شدن تحت تأثیر نیروهای فشاری، برشی و کششی قرار می‌گیرد (۱۰۴). شکست در پروتز به دنبال یک دوره اعمال تنش نیست، بلکه به دنبال اثر تجمعی تعداد بسیار زیادی از نیروهای کوچک است (۸۴). بنابراین، پست باید این نیروها را به طور مناسب پخش کرده، از تجمع تنش در یک ناحیه جلوگیری کند (۵).

تنش وارده به سمان در زیر ترمیم ممکن است بسیار بیشتر از آن‌چه به طور ساده تخمین زده می‌شود، باشد. بدین شکل که تنش ناشی از نیروی جویدن به جای توزیع یکسان در سطح دندان، در یک نقطه تمرکز یافته، این نقطه می‌تواند محل اولیه شکست در سمان باشد (۱۰۸)؛ بنابراین توجه به تنش در پیش آگهی درازمدت درمان بسیار اهمیت دارد. باید توجه داشت که نیروهای اکلوزالی وارده به پست یکی از دلایل شکستگی عمودی ریشه است (۱۲۷). قرار دادن یک روکش با فرول مناسب در کنترل نیروهای وارد به پست بسیار اهمیت دارد. به طور واضحی نیروهای وارد شده به یک پست و کور دارای روکش و فرول با یک پست و کور تنها متفاوت است (۶۸، ۴۶). در صورتی که روی کور روکش قرار داده نشود، اثر فرول حذف می‌شود و تنش به یک سوم تاجی و میانی ریشه وارد می‌گردد؛ ولی در صورت وجود روکش، نیروهای وارده به دندان، صرف نظر از نوع پست، به صورت یکنواخت‌تری توزیع می‌شوند (۶۸، ۵۵). به همین دلیل، استفاده از پست ریختگی در دندان‌های درمان ریشه شده‌ای که توسط روکش محافظت نشده‌اند، خطر شکستگی ریشه را به شدت افزایش می‌دهد (۱۲۸، ۶۴، ۶۳، ۱۶).

باید دانست که قرار دادن لبه‌های روکش بر روی نسج سالم دندانی و فراتر از لبه ترمیم یا اثر فرول باعث افزایش مقاومت در برابر نیروهای اکلوزالی، کمک به حفظ تمامیت سیل سمان، کاهش تجمع تنش در محل اتصال پست و کور و افزایش گیر و دوام پست می‌شود (۱۷، ۳)؛ با افزایش میزان نسج از دست رفته تاجی یا داخل ریشه‌ای، خطر شکستگی ریشه افزایش می‌یابد؛ در این مواقع، استفاده از فرول به مقدار زیادی این خطر را کاهش می‌دهد (۱۳۱-۱۲۶، ۱۳، ۱۲، ۸). نشان داده شده است که فرولی با طول ۱ میلی‌متر در مقایسه با مواردی که فرول وجود نداشته باشد، مقاومت به شکستگی دندان را دو برابر افزایش می‌دهد (۳). علاوه بر این، نحوه شکستگی ریشه در دندان‌های دارای فرول، در مقایسه با دندان‌های بدون فرول، مطلوب‌تر بوده است. اکثر شکستگی‌ها در دندان‌های بدون فرول غیر قابل ترمیم هستند (۱۲) (شکل ۹).

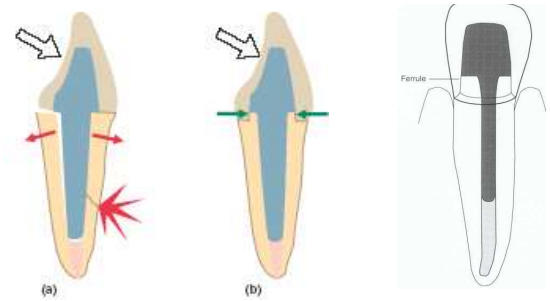
افزایش طول فرول اثر مستقیمی در مقاومت به شکستگی ریشه دارد. اغلب محققین باقی گذاردن حداقل ۱/۵-۱ میلی‌متر عاج تاجی را به عنوان فرول در جلوگیری از شکستگی ریشه پیشنهاد می‌کنند (۶۸، ۲۹، ۱۳). حتی در مواردی که قصد استفاده از سمان زینک فسفات وجود دارد، ۲ میلی‌متر عاج باقی‌مانده در سرویکال دندان، برای جلوگیری از شکستگی ریشه توصیه شده است (۱۳۰).

اما در دندان‌هایی که ایجاد فرول به علت تخریب شدید تاجی و یا کوتاه بودن ریشه دشوار است، می‌توان در صورت امکان از پست‌های کربن فایبر (Carbon fiber) و یا از سمان‌های رزینی استفاده کرد. در این حالت، تفاوتی در میزان و نحوه شکستگی ریشه در نمونه‌های بدون فرول و دارای فرول مشاهده نشده است (۱۳۰، ۳)؛ به طور کلی خطر شکستگی ریشه با این پست‌ها پایین است (۱۳۳، ۱۳۲).

در شرایطی که امکان استفاده از فرول امکان پذیر نباشد،

www.mui.ac.ir

استفاده از یک بول ساده در اطراف تاج دندان، مقاومت به شکستگی را به میزان حداکثر ۱۴ افزایش می‌دهد (۲۹).



شکل ۹. قرار دادن لبه‌های روکش بر روی نسج سالم دندانی و فراتر از لبه ترمیم (وجود فرول) دارای اهمیت می‌باشد. با وجود فرول به هنگام اعمال نیرو به روکش، دندان و پست و روکش به صورت یک مجموعه در برابر نیرو عمل می‌کنند؛ در صورتی که اگر فرول وجود نداشته باشد، روکش و پست مانند اهرم عمل کرده، باعث شکستگی ریشه می‌شود (۴۹، ۴۸).

نتیجه گیری

دقت در انتخاب پست در موفقیت درازمدت درمان‌های ترمیمی اثر بسزایی دارد. به نظر می‌رسد در صورت امکان باید پستی استفاده شود که ضمن تطابق مناسب با دیواره‌ها، طولی حداقل برابر طول تاج کلینیکی و قطری حداکثر معادل یک سوم کل قطر ریشه داشته باشد. همچنین استفاده از پست‌های سمان شونده نسبت به پست‌های پیچ شونده ارجح است. گرچه امروزه سمان‌های مختلفی در دسترس می‌باشد اما هیچ سمانی نمی‌تواند عدم تطابق یک پست را جبران نماید. ایجاد یک فرول با ارتفاع مناسب نیز در کنترل تنش‌های وارده به پست و دندان بسیار مؤثر است. با این وجود در مواردی که امکان ایجاد فرول وجود ندارد و یا ضخامت عاج باقی‌مانده بسیار کم است، استفاده از پست‌های فایبر و سمان‌های رزینی توصیه می‌شود.

References

1. Leary JM, Holmes DC, Johnson WT. Post and core retention with different cements. Gen Dent 1995; 43(5): 416-9.
2. Mentink AG, Meeuwissen R, Kayser AF, Mulder J. Survival rate and failure characteristics of the all metal post and core restoration. J Oral Rehabil 1993; 20(5): 455-61.
3. Pierrisnard L, Bohin F, Renault P, Barquins M. Corono-radicular reconstruction of pulpless teeth: a mechanical study using finite element analysis. J Prosthet Dent 2002; 88(4): 442-8.
4. Yoshida T, Gomyo S, Itoh T, Shibata T, Sekine I. An experimental study of the removal of cemented dowel-retained cast cores by ultrasonic vibration. J Endod 1997; 23(4): 239-41.
5. Caputo AA, Standlee JP. Biomechanics in clinical dentistry. 1st ed. Chicago, IL: Quintessence Pub. Co.; 1987.
6. Baratieri LN, De Andrada MA, Arcari GM, Ritter AV. Influence of post placement in the fracture resistance of endodontically treated incisors veneered with direct composite. J Prosthet Dent 2000; 84(2): 180-4.
7. Rosenstiel SF, Land MF, Fujimoto J. Contemporary fixed prosthodontics. 3rd ed. Philadelphia: Mosby; 2001.
8. Morgano SM, Milot P. Clinical success of cast metal posts and cores. J Prosthet Dent 1993; 70(1): 11-6.
9. Creugers NH, Mentink AG, Kayser AF. An analysis of durability data on post and core restorations. J Dent 1993; 21(5): 281-4.
10. Hargreaves KM, Cohen S. Cohen's pathways of the pulp. 10th ed. St. louis: Mosby; 2010.
11. Ingle JI, Bakland LK, Craig J, Baumgartner PH. ingle's endodontics. 6th ed. Philadelphia: BC Decker Inc; 2007.
12. Schwartz RS, Robbins JW. Post placement and restoration of endodontically treated teeth: a literature review. J Endod 2004; 30(5): 289-301.
13. Akkayan B, Caniklioglu B. Resistance to fracture of crowned teeth restored with different post systems. Eur J Prosthodont Restor Dent 1998; 6(1): 13-8.
14. Huang TJ, Schilder H, Nathanson D. Effects of moisture content and endodontic treatment on some mechanical properties of human dentin. J Endod 1992; 18(5): 209-15.
15. Sedgley CM, Messer HH. Are endodontically treated teeth more brittle? J Endod 1992; 18(7): 332-5
16. Ellis SG, Macfarlane TV, McCord JF. Influence of patient age on the nature of tooth fracture. J Prosthet Dent 1999; 82(2): 226-30.
17. Morgano SM. Restoration of pulpless teeth: application of traditional principles in present and future contexts. J Prosthet Dent 1996; 75(4): 375-80.
18. Mannocci F, Bertelli E, Sherriff M, Watson TF, Ford TR. Three-year clinical comparison of survival of endodontically treated teeth restored with either full cast coverage or with direct composite restoration. J Prosthet Dent 2002; 88(3): 297-301.

www.mui.ac.ir

19. Summitt JB, Robbins JW, Hilton TJ, Schwartz RS, Santos JJD. Fundamentals of operative dentistry: a contemporary approach. 3rd. New York: Quintessence Publishing (IL); 2006.
20. Allen EP, Bayne SC, Brodine AH, Cronin RJ, Jr, Donovan TE, Kois JC, et al. Annual review of selected dental literature: report of the committee on scientific investigation of the American Academy of Restorative Dentistry. J Prosthet Dent 2001; 86(1): 33-56.
21. Allen E, Bayne S, Brodine A, Cronin R, Donovan T, Kois J, et al. Annual review of selected dental literature: report of the Committee on Scientific Investigation of the American Academy of Restorative Dentistry. J Prosthet Dent 2002; 88(1): 60-88.
22. Yang HS, Lang LA, Molina A, Felton DA. The effects of dowel design and load direction on dowel-and-core restorations. J Prosthet Dent 2001; 85(6): 558-67.
23. Aquilino SA, Caplan DJ. Relationship between crown placement and the survival of endodontically treated teeth. J Prosthet Dent 2002; 87(3): 256-63.
24. Weine FS, Wax AH, Wenckus CS. Retrospective study of tapered, smooth post systems in place for 10 years or more. J Endod 1991; 17(6): 293-7.
25. Bergman B, Lundquist P, Sjogren U, Sundquist G. Restorative and endodontic results after treatment with cast posts and cores. J Prosthet Dent 1989; 61(1): 10-5.
26. Butz F, Lennon AM, Heydecke G, Strub JR. Survival rate and fracture strength of endodontically treated maxillary incisors with moderate defects restored with different post-and-core systems: an in vitro study. Int J Prosthodont 2001; 14(1): 58-64.
27. Hondrum SO. Storage stability of dental luting agents. J Prosthet Dent 1999; 81(4): 464-8.
28. Sorensen JA, Engelman MJ. Effect of post adaptation on fracture resistance of endodontically treated teeth. J Prosthet Dent 1990; 64(4): 419-24.
29. Gegauff AG. Effect of crown lengthening and ferrule placement on static load failure of cemented cast post-cores and crowns. J Prosthet Dent 2000; 84(2): 169-79.
30. Johnson WT. Color atlas of endodontics. Philadelphia: W.B. Saunders; 2002.
31. Fogel HM. Microleakage of posts used to restore endodontically treated teeth. J Endod 1995; 21(7): 376-9.
32. Rosin M, Splieth C, Wilkens M, Meyer G. Effect of cement type on retention of a tapered post with a self-cutting double thread. J Dent 2000; 28(8): 577-82.
33. Rosenstiel SF, Land MF, Crispin BJ. Dental luting agents: a review of the current literature. J Prosthet Dent 1998; 80(3): 280-301.
34. Heydecke G, Butz F, Hussein A, Strub JR. Fracture strength after dynamic loading of endodontically treated teeth restored with different post-and-core systems. J Prosthet Dent 2002; 87(4): 438-45.
35. Pilo R, Cardash HS, Levin E, Assif D. Effect of core stiffness on the in vitro fracture of crowned, endodontically treated teeth. J Prosthet Dent 2002; 88(3): 302-6.
36. Goodacre CJ, Spolnik KJ. The prosthodontic management of endodontically treated teeth: a literature review. Part I. Success and failure data, treatment concepts. J Prosthodont 1994; 3(4): 243-50.
37. Martinez-Gonzalez A, Amigo-Borras V, Fons-Font A, Selva-Otaolaurruchi E, Labaig-Rueda C. Response of three types of cast posts and cores to static loading. Quintessence Int 2001; 32(7): 552-60.
38. Haddix JE, Mattison GD, Shulman CA, Pink FE. Post preparation techniques and their effect on the apical seal. J Prosthet Dent 1990; 64(5): 515-9.
39. Stockton LW. Factors affecting retention of post systems: a literature review. J Prosthet Dent 1999; 81(4): 380-5.
40. Cavalcanti BN, Otani C, Rode SM. High-speed cavity preparation techniques with different water flows. J Prosthet Dent 2002; 87(2): 158-61.
41. Heling I, Gorfil C, Slutzky H, Kopolovic K, Zalkind M, Slutzky-Goldberg I. Endodontic failure caused by inadequate restorative procedures: review and treatment recommendations. J Prosthet Dent 2002; 87(6): 674-8.
42. Allen EP, Bayne SC, Becker IM, Donovan TE, Hume WR, Kois JC. Annual review of selected dental literature: report of the Committee on Scientific Investigation of the American Academy of Restorative Dentistry. J Prosthet Dent 1999; 82(1): 27-66.
43. Aydemir H, Ceylan G, Tasdemir T, Kalyoncuoglu E, Isildak I. Effect of immediate and delayed post space preparation on the apical seal of root canals obturated with different sealers and techniques. J Appl Oral Sci 2009; 17(6): 605-10.
44. Grecca FS, Rosa AR, Gomes MS, Parolo CF, Bemfica JR, Frasca LC, et al. Effect of timing and method of post space preparation on sealing ability of remaining root filling material: in vitro microbiological study. J Can Dent Assoc 2009; 75(8): 583.

www.mui.ac.ir

45. Ford TR, Rhodes JS, Ford HE. Endodontics: problem-solving in clinical practice. London: Taylor & Francis; 2002.
46. Assif D, Bitenski A, Pilo R, Oren E. Effect of post design on resistance to fracture of endodontically treated teeth with complete crowns. J Prosthet Dent 1993; 69(1): 36-40.
47. Johnson WT, Leary JM, Boyer DB. Effect of ultrasonic vibration on post removal in extracted human premolar teeth. J Endod 1996; 22(9): 487-8.
48. Cohen S, Burns RC. Pathways of the pulp. 8th ed. Philadelphia: Mosby; 2002.
49. Bergenholtz G, Horsted-Bindslev P, Reit C. Textbook of endodontology. 2nd ed. New York: Wiley-Blackwell; 2009.
50. Stegaroiu R, Yamada H, Kusakari H, Miyakawa O. Retention and failure mode after cyclic loading in two post and core systems. J Prosthet Dent 1996; 75(5): 506-11.
51. Beer R, Baumann MA, Kim S. Color atlas of dental medicine endodontology. Stutgart: Thieme; 2000.
52. Asmussen E, Peutzfeldt A, Heitmann T. Stiffness, elastic limit, and strength of newer types of endodontic posts. J Dent 1999; 27(4): 275-8.
53. Pilo R, Tamse A. Residual dentin thickness in mandibular premolars prepared with gates glidden and ParaPost drills. J Prosthet Dent 2000; 83(6): 617-23.
54. Burns DA, Krause WR, Douglas HB, Burns DR. Stress distribution surrounding endodontic posts. J Prosthet Dent 1990; 64(4): 412-8.
55. Holmes DC, Diaz-Arnold AM, Leary JM. Influence of post dimension on stress distribution in dentin. J Prosthet Dent 1996; 75(2): 140-7.
56. Akisli I, Ozcan M, Nergiz I. Resistance of core materials against torsional forces on differently conditioned titanium posts. J Prosthet Dent 2002; 88(4): 367-74.
57. Jendresen MD, Allen EP, Bayne SC, Donovan TE, Goldman S, Hume R, et al. Annual review of selected dental literature: report of the Committee on Scientific Investigation of the American Academy of Restorative Dentistry. J Prosthet Dent 1998; 80(1): 81-120.
58. Wataha JC, Lockwood PE, Noda M, Nelson SK, Mettenburg DJ. Effect of toothbrushing on the toxicity of casting alloys. J Prosthet Dent 2002; 87(1): 94-8.
59. Ross IF. Fracture susceptibility of endodontically treated teeth. J Endod 1980; 6(5): 560-5.
60. Morfis AS. Vertical root fractures. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1990; 69(5): 631-5.
61. Sorensen JA, Martinoff JT. Clinically significant factors in dowel design. J Prosthet Dent 1984; 52(1): 28-35.
62. Deutsch AS, Musikant BL, Cavallari J, Silverstein L, Lepley J, Ohlen K, et al. Root fracture during insertion of prefabricated posts related to root size. J Prosthet Dent 1985; 53(6): 786-9.
63. Dean JP, Jeansonne BG, Sarkar N. In vitro evaluation of a carbon fiber post. J Endod 1998; 24(12): 807-10.
64. Sirimai S, Riis DN, Morgano SM. An in vitro study of the fracture resistance and the incidence of vertical root fracture of pulpless teeth restored with six post-and-coresystems. J Prosthet Dent 1999; 81(3): 262-9.
65. Yang HS, Lang LA, Guckes AD, Felton DA. The effect of thermal change on various dowel-and-core restorative materials. J Prosthet Dent 2001; 86(1): 74-80.
66. Tjan AH, Tjan AH, Greive JH. Effects of various cementation methods on the retention of prefabricated posts. J Prosthet Dent 1987; 58(3): 309-13.
67. Standlee JP, Caputo AA, Hanson EC. Retention of endodontic dowels: effects of cement, dowel length, diameter, and design. J Prosthet Dent 1978; 39(4): 400-5.
68. Kahn FH, Rosenberg PA, Schulman A, Pines M. Comparison of fatigue for three prefabricated threaded post systems. J Prosthet Dent 1996; 75(2): 148-53.
69. Mireku AS, Romberg E, Fouad AF, Arola D. Vertical fracture of root filled teeth restored with posts: the effects of patient age and dentine thickness. Int Endod J 2010; 43(3): 218-25.
70. Castrisos TV, Palamara JE, Abbott PV. Measurement of strain on tooth roots during post removal with the Eggler post remover. Int Endod J 2002; 35(4): 337-44.
71. Al Wahadni AM, Hamdan S, Al Omiri M, Hammad MM, Hatamleh MM. Fracture resistance of teeth restored with different post systems: in vitro study. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2008; 106(2): e77-e83.
72. Grandini S, Chieffi N, Cagidiaco MC, Goracci C, Ferrari M. Fatigue resistance and structural integrity of different types of fiber posts. Dent Mater J 2008; 27(5): 687-94.
73. Stewardson DA. Non-metal post systems. Dent Update 2001; 28(7): 326-32.
74. McLaren JD, McLaren CI, Yaman P, Bin-Shuwaish MS, Dennison JD, McDonald NJ. The effect of post type and length on the fracture resistance of endodontically treated teeth. J Prosthet Dent 2009; 101(3): 174-82.

www.mui.ac.ir

75. Raygot CG, Chai J, Jameson DL. Fracture resistance and primary failure mode of endodontically treated teeth restored with a carbon fiber-reinforced resin post system in vitro. Int J Prosthodont 2001; 14(2): 141-5.
76. AF, Meira JB, Tanaka CB, Xavier TA, Ballester RY, Lima RG, et al. Can fiber posts increase root stresses and reduce fracture? J Dent Res 2010; 89(6): 587-91.
77. Cormier CJ, Burns DR, Moon P. In vitro comparison of the fracture resistance and failure mode of fiber, ceramic, and conventional post systems at various stages of restoration. J Prosthodont 2001; 10(1): 26-36.
78. Zalkind M, Hochman N. Esthetic considerations in restoring endodontically treated teeth with posts and cores. J Prosthet Dent 1998; 79(6): 702-5.
79. Al harbi F, Nathanson D. In vitro assessment of retention of four esthetic dowels to resin core foundation and teeth. J Prosthet Dent 2003; 90(6): 547-55.
80. Perdigao J, Geraldeli S, Lee IK. Push-out bond strengths of tooth-colored posts bonded with different adhesive systems. Am J Dent 2004; 17(6): 422-6.
81. Akkayan B, Gulmez T. Resistance to fracture of endodontically treated teeth restored with different post systems. J Prosthet Dent 2002; 87(4): 431-7.
82. Heydecke G, Peters MC. The restoration of endodontically treated, single-rooted teeth with cast or direct posts and cores: a systematic review. J Prosthet Dent 2002; 87(4): 380-6.
83. Martinez-Insua A, da Silva L, Rilo B, Santana U. Comparison of the fracture resistances of pulpless teeth restored with a cast post and core or carbon-fiber post with a composite core. J Prosthet Dent 1998; 80(5): 527-32.
84. Allen EP, Bayne SC, Becker IM, Donovan TE, Hume WR, Kois JC. Annual review of selected dental literature: report of the Committee on Scientific Investigation of the American Academy of Restorative Dentistry. J Prosthet Dent 2000; 84(1): 59-92.
85. Mayhew JT, Windchy AM, Goldsmith LJ, Gettleman L. Effect of root canal sealers and irrigation agents on retention of preformed posts luted with a resin cement. J Endod 2000; 26(6): 341-4.
86. O'Connor RP, Nayyar A, Kovarik RE. Effect of internal microblasting on retention of cemented cast crowns. J Prosthet Dent 1990; 64(5): 557-62.
87. Tuntiprawon M. Effect of tooth surface roughness on marginal seating and retention of complete metal crowns. J Prosthet Dent 1999; 81(2): 142-7.
88. Ergin S, Gemalmaz D. Retentive properties of five different luting cements on base and noble metal copings. J Prosthet Dent 2002; 88(5): 491-7.
89. Piemjai M. Effect of seating force, margin design, and cement on marginal seal and retention of complete metal crowns. Int J Prosthodont 2001; 14(5): 412-6.
90. Bachicha WS, DiFiore PM, Miller DA, Lautenschlager EP, Pashley DH. Microleakage of endodontically treated teeth restored with posts. J Endod 1998; 24(11): 703-8.
91. Fox K, Gutteridge DL. An in vitro study of coronal microleakage in root-canal-treated teeth restored by the post and core technique. Int Endod J 1997; 30(6): 361-8.
92. Peciuliene V, Rimkuviene J, Maneliene R, Pletkus R. Factors influencing the removal of posts. Stomatologija 2005; 7(1): 21-3.
93. Del Castillo R, Ercoli C, Graser GN, Tallents RH, Moss ME. Effect of ring liner and casting ring temperature on the dimension of cast posts. J Prosthet Dent 2000; 84(1): 32-7.
94. Gaston BA, West LA, Liewehr FR, Fernandes C, Pashley DH. Evaluation of regional bond strength of resin cement to endodontic surfaces. J Endod 2001; 27(5): 321-4.
95. Pegoretti A, Fambri L, Zappini G, Bianchetti M. Finite element analysis of a glass fibre reinforced composite endodontic post. Biomaterials 2002; 23(13): 2667-82.
96. Hagge MS, Wong RD, Lindemuth JS. Retention strengths of five luting cements on prefabricated dowels after root canal obturation with a zinc oxide/eugenol sealer: 1. Dowel space preparation/cementation at one week after obturation. J Prosthodont 2002; 11(3): 168-75.
97. Naumann M, Sterzenbach G, Rosentritt M, Beuer F, Frankenberger R. Is adhesive cementation of endodontic posts necessary? J Endod 2008; 34(8): 1006-10.
98. Gu XH, Mao CY, Kern M. Effect of different irrigation on smear layer removal after post space preparation. J Endod 2009; 35(4): 583-6.
99. Torabinejad M, Cho Y, Khademi AA, Bakland LK, Shabahang S. The effect of various concentrations of sodium hypochlorite on the ability of MTAD to remove the smear layer. J Endod 2003; 29(4): 233-9.
100. Torabinejad M, Khademi AA, Babagoli J, Cho Y, Johnson WB, Bozhilov K, et al. A new solution for the removal of the smear layer. J Endod 2003; 29(3): 170-5.

www.mui.ac.ir

101. Torabinejad M, Handysides R, Khademi AA, Bakland LK. Clinical implications of the smear layer in endodontics: a review. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2002; 94(6): 658-66.
102. Mausner IK, Goldstein GR, Georgescu M. Effect of two dentinal desensitizing agents on retention of complete cast coping using four cements. J Prosthet Dent 1996; 75(2): 129-34.
103. Piemjai M, Miyasaka K, Iwasaki Y, Nakabayashi N. Comparison of microleakage of three acid-base luting cements versus one resin-bonded cement for Class V direct composite inlays. J Prosthet Dent 2002; 88(6): 598-603.
104. Duncan JP, Pameijer CH. Retention of parallel-sided titanium posts cemented with six luting agents: an in vitro study. J Prosthet Dent 1998; 80(4): 423-8.
105. Lindquist TJ, Connolly J. In vitro microleakage of luting cements and crown foundation material. J Prosthet Dent 2001; 85(3): 292-8.
106. Schwartz RS, Murchison DF, Walker WA, III. Effects of eugenol and noneugenol endodontic sealer cements on post retention. J Endod 1998; 24(8): 564-7.
107. Powers JM, Sakaguchi RL. Craig's restorative dental materials. 12th ed. Philadelphia: Mosby Elsevier; 2006.
108. Li ZC, White SN. Mechanical properties of dental luting cements. J Prosthet Dent 1999; 81(5): 597-609.
109. Phillips RW, Jendresen MD, Klooster J, McNeil C, Preston JD, Schallhorn RG. Report of the committee on scientific investigation of the American academy of restorative dentistry. J Prosthet Dent 1990; 64(1): 74-110.
110. Karipidis A, Pearson GJ. The effect of seating pressure and powder/liquid ratio of zinc phosphate cement on the retention of crowns. J Oral Rehabil 1988; 15(4): 333-7.
111. Myers CL, Drake JT, Brantley WA. A comparison of properties for zinc phosphate cements mixed on room temperature and frozen slabs. J Prosthet Dent 1978; 40(4): 409-12.
112. Fleming GJ, Landini G, Marquis PM. Properties of encapsulated and hand-mixed zinc phosphate dental cement. Am J Dent 2002; 15(2): 91-6.
113. Al Ali K, Talic Y, Abduljabbar T, Omar R. Influence of timing of coronal preparation on retention of cemented cast posts and cores. Int J Prosthodont 2003; 16(3): 290-4.
114. Gemalmaz D, Yoruc B, Ozcan M, Alkumru HN. Effect of early water contact on solubility of glass ionomer luting cements. J Prosthet Dent 1998; 80(4): 474-8.
115. Consani S, Santos JG, Correr SL, Sinhoreti MA, Sousa-Neto MD. Effect of cement types on the tensile strength of metallic crowns submitted to thermocycling. Braz Dent J 2003; 14(3): 193-6.
116. Yim NH, Rueggeberg FA, Caughman WF, Gardner FM, Pashley DH. Effect of dentin desensitizers and cementing agents on retention of full crowns using standardized crown preparations. J Prosthet Dent 2000; 83(4):459-65.
117. Diaz-Arnold AM, Wilcox LR. Restoration of endodontically treated anterior teeth: an evaluation of coronal microleakage of glass ionomer and composite resin materials. J Prosthet Dent 1990; 64(6): 643-6.
118. Helvatjoglu-Antoniades M, Karantakis P, Papadogiannis Y, Kapetanios H. Fluoride release from restorative materials and a luting cement. J Prosthet Dent 2001; 86(2):156-64.
119. Swift EJ, Jr. An update on glass ionomer cements. Quintessence Int 1988; 19(2): 125-30.
120. Diaz-Arnold AM, Vargas MA, Haselton DR. Current status of luting agents for fixed prosthodontics. J Prosthet Dent 1999; 81(2): 135-41.
121. van Dijken JW. The effect of cavity pretreatment procedures on dentin bonding: a four-year clinical evaluation. J Prosthet Dent 1990; 64(2): 148-52.
122. Goldstein GR, Hudis SI, Weintraub DE. Comparison of four techniques for the cementation of posts. J Prosthet Dent 1986; 55(2): 209-11.
123. Reel DC, Hinton T, Riggs G, Mitchell RJ. Effect of cementation method on the retention of anatomic cast post and cores. J Prosthet Dent 1989; 62(2): 162-5.
124. Bruggers KJ, Bruggers H. Internal venting of castings to improve marginal seal and retention of castings. J Prosthet Dent 1987; 58(3): 270-3.
125. Van Nortwick WT, Gettleman L. Effect of internal relief, vibration, and venting on the vertical seating of cemented crowns. J Prosthet Dent 1981; 45(4): 395-9.
126. Olin PS, Cederbaum A, Donahue JL. Effects of lubrication on the retention of tapered and parallel cast post and cores. J Prosthet Dent 1991; 66(1): 45-9.
127. Walton JN, Ruse ND, Glick N. Apical root strain as a function of post extension into a composite resin core. J Prosthet Dent 1996; 75(5): 499-505.
128. Isidor F, Odman P, Brondum K. Intermittent loading of teeth restored using prefabricated carbon fiber posts. Int J Prosthodont 1996; 9(2): 131-6.

www.mui.ac.ir

129. Gluskin AH, Radke RA, Frost SL, Watanabe LG. The mandibular incisor: rethinking guidelines for post and core design. J Endod 1995; 21(1): 33-7.
130. Mezzomo E, Massa F, Libera SD. Fracture resistance of teeth restored with two different post-and-core designs cemented with two different cements: an in vitro study. Part I. Quintessence Int 2003; 34(4): 301-6.
131. Sorensen JA, Engelman MJ. Ferrule design and fracture resistance of endodontically treated teeth. J Prosthet Dent 1990; 63(5): 529-36.
132. Cagidiaco MC, Goracci C, Garcia-Godoy F, Ferrari M. Clinical studies of fiber posts: a literature review. Int J Prosthodont 2008; 21(4): 328-36.
133. de Oliveira JA, Pereira JR, Lins d, Zogheib LV. Fracture resistance of endodontically treated teeth with different heights of crown ferrule restored with prefabricated carbon fiber post and composite resin core by intermittent loading. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2008; 106(5): e52-e57.

www.mui.ac.ir