Archive of SID

تحقیقی

مجله دندانپزشکی جامعه اسلامی دندانپزشکان / دوره ۱۶، شمارهٔ ۴، زمستان ۱۳۸۳، ۵۳-۶۰

بررسی میزان چسبندگی دو نوع سیلر رایج مورد استفاده در اندودنتیکس (AH26 , Dorifill) با عاج دندان

دکتر صدیقه خدمت* ـ دکتر محمود خرّم دوست**

* - استادیار گروه آموزشی اندودنتیکس دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی تهران.

** - دندانپزشک.

چکیده

زمینه و هدف: میزان استحکام کششی باند بین سیلر و عاج دندان، نشان دهنده میزان چسبندگی سیلر به عاج می‌باشد. از آنجایی که گوتاپرکا فاقد توانایی چسبندگی به عاج دندان است، میزان چسبندگی بین سیلر و عاج دندان در درمانهای اندودنتیک حایز اهمیت می‌باشد. هدف از این مطالعه، بررسی و مقایسه استحکام کششی باند بین عاج دندان و سیلرهای AH26 و Dorifill می‌باشد.

روش بررسی: در این مطالعه تجربی و آزمایشگاهی تعداد سی عدد دندان مولر اول و دوم فک پایین و بالا که دارای هیچ‌گونه پوسیدگی اکلوزال نبودند تهیه گردید. این دندانها بعد از خارج شدن در محلول NaCl ۰/۹٪ نگهداری شدند. مینای دندانها توسط برشی به عمق یک میلی متر پایینتر از شیار اکلوزال برداشته شد. همچنین ریشه دندانها توسط برش در ناحیه دو میلی متر پایین تر از CEJ قطع شدند. قلابهایی به شکل طناب «دار» از سیم ارتودنسی نیم میلی متری جهت اتصال به عاج دندانها و سیلرهای مورد آزمایش تهیه گردید. برای قراردادن سیلر بر روی عاج دندان، از سیلندرهای آلومینیومی استفاده شد. این سیلندرها توسط دو قطره موم روی صفحات عاجی قرار داده شدند. دو سیلر مورد آزمایش (Dorifill, AH26) در دو گروه ۱۵ تایی درون سیلندرهای متصل به عاج ریخته شدند و پیش از سخت شدن سیلرها درون سیلندر، قلابهای تهیه شده درون سیلندر حاوی سیلر قرار داده شدند.

پس از گذشت ۲۴ ساعت جهت سخت شدن سیلر، قطرات مومی برداشته شدند و نمونه‌های تهیه شده توسط دستگاه Zwick باسرعت دو میلی متر در دقیقه بررسی گردیدند. به دلیل یکسان نبودن واریانس‌ها، برای مقایسه نتایج به دست آمده، از تست Independent samples t Test استفاده شد.

یافته‌ها: مقدار میانگین استحکام کششی باند (Tensile bond strength) بین سیلر و عاج دندان برای سیلر AH26 معادل ۱/۸۵۵ ± ۰/۳۸۳ مگاپاسکال و برای سیلر Dorifill معادل ۰/۰۴ ± ۰/۱۳۵ مگاپاسکال به دست آمد. بدین ترتیب میزان استحکام کششی باند سیلر AH26 با عاج دندان به طور معنی‌داری بیش از Dorifill بود. (P<۰/۰۰۱).

نتیجه‌گیری: با توجه به نتایج به دست آمده در این مطالعه، احتمالاً استفاده از سیلر AH26 در درمان ریشه دندانها با موفقیت بالاتری نسبت به سیلر Dorifill همراه خواهد بود.

واژه‌های کلیدی: سیلر ـ عاج دندان ـ استحکام کششی باند

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

مهر و موم کامل سه بُعدی و متراکم مجموعه کانال ریشه و تمام مسیرهای آناتومیک و پیچیده آن با ماده‌ای خنثی، دارای سازگاری نسجی، باثبات از لحاظ ابعادی و نفوذناپذیر، پیوسته از اهداف درمان موفق اندودنتیک بوده است.(۱ـ۳)

باید توجه داشت که مهروموم مناسب، بدون استفاده از سیلرها میسر نمی‌باشد زیرا گوتاپرکا فاقد توانایی چسبندگی به عاج می‌باشد. به عبارت دیگر برای رسیدن به مهروموم مناسب، نیاز به سیلری با قدرت چسبندگی به عاج و نیز گوتاپرکا می‌باشد.(۱)

بیان شده است که بین ماده پرکننده و سیلر، سیلر اهمیت بیشتری دارد و ماده پرکننده به عنوان یک وسیله حمل کننده سیلر می‌باشد.(۲) Grossman اصولی را برای یک سیلر ایده‌آل مطرح کرده که عبارتند از:

۱. چسبندگی.
۲. قابلیت سیل کردن.
۳. رادیواپک بودن.
۴. عدم انقباض حجمی در اثر سخت شدن.
۵. تحمل بافتی.
۶. به آرامی سخت شدن.
۷. بدون رنگدانه باشد.
۸. حل شدن در حلال.
۹. غیر قابل حل بودن در مایعات بدن.
۱۰. باکتریواستاتیک بودن.
۱۱. در مورد سیلرهای حاوی پودر و مایع، اندازه ذرات پودر بسیار ریز باشد تا به خوبی با مایع مخلوط شود.(۲ـ۳)

اگرچه هیچ یک از سیلرهای موجود دارای تمام این خواص ایده‌آل نیستند اما بعضی از آنها نسبت به بقیه ویژگیهای مطلوبتری دارند. مطابق معیارهای شرح داده شده توسط Grossman، چسبندگی یکی از مطلوبترین خواص است.(۲) چسبندگی سیلر به دیواره‌های عاجی به دلایل زیر اهمیت دارد:

۱. باعث حذف هرگونه فضایی جهت عبور مایعات بین پرکردگی کانال و دیواره کانال (Percolation) می‌شود.

۲. مانع جابه‌جایی پرکردگی کانال در طول اعمال ترمیمی بعدی روی دندان می‌گردد.

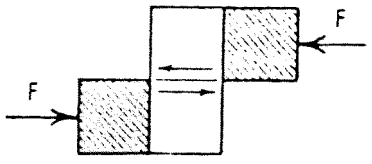
همواره برای تعیین قابلیتهای یک سیلر، تنها معیارهایی چون رادیواپاسیتی، استریل بودن و برخی ویژگیهای فیزیکی دیگر بررسی شده است.(۴)

تنها در سالهای اخیر بررسیهایی بر روی میزان چسبندگی سیلرها انجام شده است. (۱و ۵ـ۶) با توجه به گوناگونی مواد تشکیل دهنده سیلرهای مختلف، طبیعتاً می‌توان انتظار وجود تفاوت در چسبندگی آنها به عاج و گوتاپرکا را داشت.

Tagger معتقد است که بهتر است از اصطلاح «باند» به جای «چسبندگی» استفاده شود زیرا واژه «باند» صرفاً نشان دهنده اتصال مکانیکی دو ماده می‌باشد و برخلاف واژه «چسبندگی» بیانگر اتصال مولکولی نیست.(۵)

استحکام باند (Bond strength)، نشان دهنده قدرت چسبندگی دو ماده به یکدیگر است. استحکام باند بین دو ماده بر حسب جهت نیروی اعمال شده به سه نوع تقسیم می‌شود.(۷)

۱. استحکام برشی باند (Shear bond strength): عبارت است از میزان مقاومت دو ماده در برابر جداشدن هنگامی که یکی از دو ماده هم جهت با صفحه اتصال این دو ماده حرکت کند.(شکل ۱)

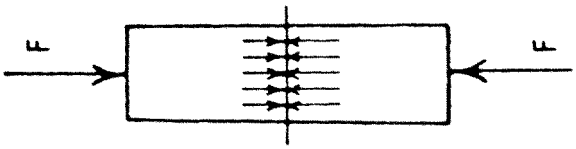


شکل ۱

www.SID.ir

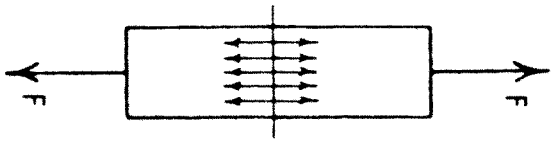
Archive of SID

۲. استحکام فشاری باند (Compressive bond strength): عبارت است از استحکام مجموعه متشکل از دو ماده، وقتی که این دو ماده در جهت عمود بر صفحه مشترک آنها به یکدیگر فشار داده شوند. (شکل ۲)



شکل ۲

۳. استحکام کششی باند (Tensile bond strength): عبارت است از میزان مقاومت دو ماده در برابر جداشدن هنگامی که دو ماده در جهت عمود بر صفحه مشترک آنها از یکدیگر دور شوند. (شکل ۳)



شکل ۳

در عمل برای ارزیابی خواص فیزیکی مواد دندانی، معمولاً از Tensile bond strength استفاده می‌شود.(۸)

باید توجه داشت که استحکام کششی باند، برحسب نیروی وارد شده در یک سطح مشخص تعیین می‌گردد. در عمل برای حذف واحد سطح از آزمایش و نیز ایجاد توانایی برای مقایسه نتایج حاصله با آزمایشهای مشابه، استحکام کششی باند معمولاً برحسب واحد «فشار» یعنی پاسکال اندازه‌گیری می‌شود.

با توجه به مفاهیم بالا، هدف از این مطالعه بررسی و مقایسه استحکام کششی باند بین عاج دندان و دو نوع سیلر رایج مورد استفاده در درمان ریشه دندانها (AH26 و Dorifill) می‌باشد.

روش بررسی

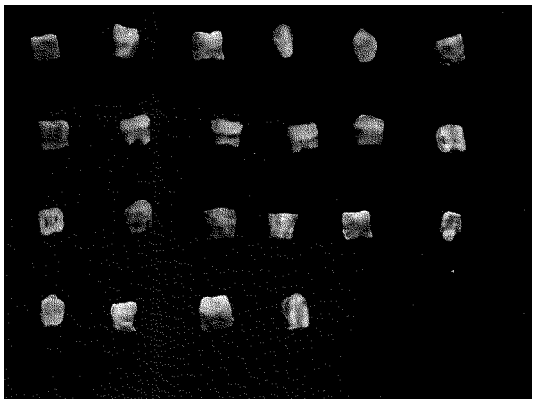
براساس مطالعه اولیه روی چهار نمونه Dorifill و سه نمونه AH26 حداقل تعداد نمونه لازم برای بررسی هر سیلر هفت عدد برآورد گردید اما از آنجایی که به دلیل پایین بودن استحکام باند سیلرها با عاج دندان ناچاریم برای سنجش میزان استحکام این باندینگ سطح تماس زیادی را در محیط آزمایش برای عاج و سیلر ایجاد کنیم، هرگونه تغییر هر چند جزیی در میزان سطح تماس ایجاد شده در نمونه‌ها منجر به ایجاد تفاوت در نتیجه آزمایش خواهد شد، لذا برای کاهش میزان خطا و دسترسی به نتایج واقعیتر در این آزمایش از تعداد نمونه بیشتری نسبت به حداقل تعداد نمونه لازم استفاده شد. بدین ترتیب که تعداد سی عدد دندان مولر اول و دوم فک بالا و پایین که بدون پوسیدگی بودند و به دلیل ناراحتیهای پریودنتال و یا نیاز به پروتز کامل خارج شده بودند تهیه گردید این دندانها عمدتاً از بخش جراحی دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی تهران و نیز درمانگاههای سطح شهر تهران جمع‌آوری شدند.

ابتدا دندانها به منظور حفظ شرایط طبیعی در محلول ۰/۹٪Nacl نگهداری شدند سپس با توجه به اینکه در تحقیقات مشابه از عاج موجود در تاج دندان در ناحیه بالای شاخکهای پالپ به عنوان یک مدل استاندارد استفاده شده بود، مینای دندانها توسط برشی به عمق یک میلی‌متر پایینتر از شیار اکلوزال برداشته شد تا عاج بالای شاخکهای پالپ در دسترس قرار گیرد. همچنین ریشه دندانها توسط برشی در ناحیه دو میلی‌متر پایینتر از CEJ قطع شدند. سطوح عاجی بدست آمده توسط کاغذ سیلیکون پرداخت گردید. (شکل ۴)

سیلرهای مورد استفاده در این مطالعه AH26 و Dorifill بودند. سیلر AH26 اولین بار در سال ۱۹۵۷ در

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۴: مقاطع دندانی بعد از برش

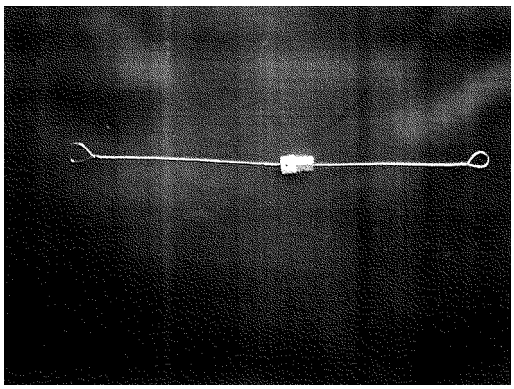
اروپا توسط Schoneder معرفی شد که اپوکسی رزینی با حلالیت پایین است و به صورت پودر و مایع عرضه می‌شود. پودر آن حاوی ۶۰٪ تری‌اکسید بیسموت + ۲۵٪ هگزامتیلن تترامین + ۱۰٪ نقره + ۵٪ دی اکسید تیتانیوم و مایع آن رزین. Biphenol A-epoxy می‌باشد.(۳)

سیلر Dorifill محصول کارخانه Dorident از کشور اتریش است. این سیلر در گروه سیلرهای حاوی اکسید روی و اوژنول قرار دارد و به صورت پودر و مایع عرضه می‌شود. پودر آن حاوی اکسید روی، بیسموت و تایتان و مایع آن اوژنول می‌باشد.

برای قراردادن سیلر بر روی عاج دندان به سیلندرهایی با حجم و نیز مساحت قاعده کاملاً برابر نیاز بود، بدین منظور استوانه‌هایی با محیط قاعده ۱/۶ سانتی‌متر از جنس آلومینیوم تهیه گردید.

قلابهایی به شکل طناب «دار» از سیم ارتودنسی نیم میلی‌متری جهت اتصال به عاج دندانها و سیلرهای مورد آزمایش تهیه گردید، سیلندرهای تهیه شده روی صفحات عاجی قرار داده شدند این کار به کمک دو قطره موم صورت گرفت. دو سیلر مورد آزمایش (Dorifill, AH26) طبق دستور کارخانه سازنده آماده و در دو گروه ۱۵ تایی درون سیلندرهای متصل به عاج ریخته شدند.

پیش از سخت شدن سیلرها درون سیلندر، قلابهای تهیه شده درون سیلندر حاوی سیلر قرار داده شدند (شکل ۵).



شکل ۵: نمونه آماده شامل برش دندان، سیلندر حاوی سیلروقلابها جهت بررسی با دستگاه Zwick

www.SID.ir

Archive of SID

مجموعه‌های به دست آمده به مدت ۲۴ ساعت جهت سفت شدن سیلرها نگهداری شدند، سپس مومهای متصل کننده سیلندر به عاج برداشته شد تا این قطرات مومی، تأثیری بر نتایج آزمایش نگذارند. نمونه‌های تهیه شده توسط دستگاه Universal testing machine (Zwick) بررسی شدند. استحکام کششی باند عاج و سیلر عبارت است از حداقل فشاری که عاج و سیلندر حاوی سیلر را از یکدیگر جدا کند، این فشار به صورت کششی اعمال می‌شود و عاج و سیلر را از یکدیگر دور می‌نماید.

داده‌های جمع‌آوری شده توسط نرم افزار SPSS آنالیز آماری شدند. جهت مقایسه دو گروه مورد آزمایش از Independent sample t. Test استفاده گردید (به علت عدم یکسان بودن واریانس‌ها).

یافته‌ها

از ۱۵ نمونه آزمایش شده برای هر یک از سیلرهای AH26 و Dorifill، دو نمونه AH26 و یک نمونه از Dorifill دچار گسست پیوستگی داخل خود سیلر (Cohesive، Failure) شدند که این نمونه‌ها از بررسی نهایی آزمایش کنار گذاشته شد.

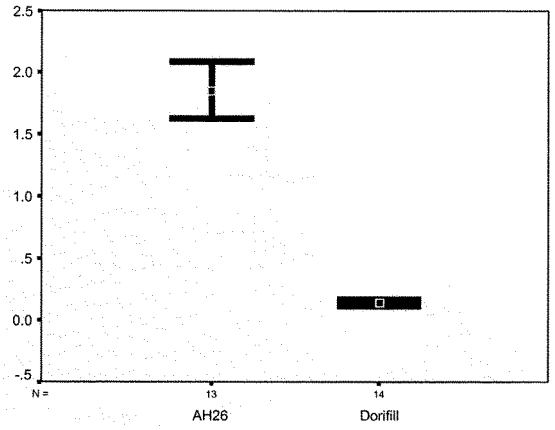
مقادیر عددی Fmax (حداکثر نیروی وارد شده در نقطه شکست برحسب گرم) برای هر نمونه موجود در دو گروه سیلر AH26 و Dorifill در جدول ۱ گزارش شده است.

میانگین میزان استحکام کششی باند سیلر AH26 با عاج دندان، ۱/۸۵۴۷۸۵۴ (انحراف معیار: ۰/۳۸۳۴۶۷۳۶) و برای Dorifill، ۰/۱۳۵۳۲۳۹ (انحراف معیار ۰/۴۱۵۹۴۸۰) برآورد گردید.(نمودار ۱)

به دلیل یکسان نبودن واریانس‌ها از آزمون Independent Samples t Test جهت مقایسه سیلرها استفاده شد و با استفاده از این آزمون میزان استحکام کششی باند AH26 با عاج (۱/۸۵۵ مگاپاسکال) به طور معنی‌داری بیش از Dorifill (۰/۱۳۵ مگاپاسکال) بود (P< ۰/۰۰۱).

جدول ۱: مقادیر عددی F_{max} در دوگروه سیلر AH26 و Dorifill

Fmax (gr)	
AH26	Dorifill
۴۱۰۸	۲۲۰
۴۰۶۹	۱۸۹
۱۸۱۷	۲۱۱
۴۳۲۷	۲۷۳
۴۰۰۸	۲۶۸
۴۰۹۲	۱۹۴
۴۱۵۱	۳۸۲
۴۴۵۹	۳۰۲
۲۵۶۵	۱۱۷
۲۹۳۴	۲۵۶
۳۷۴۱	۴۳۱
۳۹۲۴	۲۱۸
۳۹۶۳	۳۲۷
–	۳۴۳



نمودار ۱: errorbar

www.SID.ir

Archive of SID

بحث

در سالهای گذشته، آزمایشهای بسیاری بر روی خواص فیزیکی سیلرهای اندودنتیک انجام شده است که بیشتر این آزمایشها روی «میزان ریزنشت» سیلرها متمرکز بوده است ولی همان‌گونه که بررسیها نشان داده است حتی یک نمونه سیلر مشخص نیز در برابر انواع روشهای مختلف سنجش میزان ریزنشت، ممکن است نتایج متفاوتی را نشان می‌دهد. (۹ـ۱۰) علاوه بر این، در مطالعات ریزنشت امکان تعیین اینکه ریزنشت از کدام حدفاصل (عاج سیلر یا گوتاپرکا ـ سیلر) صورت گرفته وجود ندارد. (۵)

بـه دلایـل مـذکور، در سـالیان اخـیر بـررسی مـیزان استحکام باند سیلرها با عاج دندان، توجه بیشتری را بـه خود معطوف داشـته است. بـالا بـودن مـیزان اسـتحکام باندینگ یک سیلر با عاج دندان که نشان دهـنده مـیزان چسبندگی بیشتری بین سیلر و عاج دندان است، می‌تواند عامل مؤثری برای جلوگیری از جدا شـدن سـیلر از عـاج دندان بـاشد و مـنجر بـه کـاهش مـیزان ریـزنشت سـیلر شود.(۱۱)

ممکن است این سوال مطرح شود که چرا از عاج ریشه دندانها در این بررسی استفاده نشده است؟

از آنجایی که عـاج ریشـه در نـواحـی مـختلف شکـل یکسانی ندارد و سطح آماده شده دیواره‌های عاجی کانال در طول درمان اندودنتیک هم ممکن است تا حد زیادی در نمونه‌های مختلف متفاوت باشد، این تفاوت نه تنها در نمونه‌های مختلف بلکه در دیواره‌های مختلف یک کانال (پـروگزیمال یـا لبـیولینگوال) هـم وجـود دارد (۱۲ـ۱۳) بنابراین در بررسیهای In vitro، عـاج تـاج بـهتر از عـاج ریشه می‌باشد. با انـجام یک بـرش افـقی درست بـالای شاخکهای پالپ سطح وسیعی از عـاج در دسـترس قـرار می‌گیرد کـه ایـن سـطح مـی‌توانـد بـه عـنوان یک مـدل استاندارد قابل تکرار در تحقیقات In vitro روی عـاج از جمله بررسی میزان چسبندگی سیلرها به آن مورد استفاده قرار گیرد(۱۴)، لذا در مطالعه حاضر سعی گردید بـرش در قسمت تاج دندانها به‌گونه‌ای باشد که عاج موجود در ناحیه بالای شاخکهای پالپ در دسترس قرار گیرد.

آیا روشی برای آماده‌سازی عاج دندان وجود دارد کـه باعث افزایش قدرت باندینگ سیلر با عاج دندان شود؟

Saleh و هـمکاران در بـررسی خـود بـه ایـن نـتیجه رسیدند که برداشتن لایه اسمیر از سطح عاج باعث کاهش چشمگیر میزان استحکام باند بین سیلر و عاج می‌شود و به کـمک بـررسی سـطح شکست تـوسط مـیکروسکوپ الکترونی نشان دادند که احتمالا این باندینگ بیشتر بین سیلر و لایه اسمیر صورت می‌گیرد تا بین سیلر و عاجی که زیرلایه اسمیر قرار دارد. همچنین مطالعه آنها نشان داد که اچ کردن عاج با اسید، تاثیری بر افزایش میزان استحکام باند بین سیلر و عـاج نـدارد و بـررسی بـا مـیکروسکوپ الکترونی نیز موید این مطلب بود که حتی نفوذ سیلر بـه داخل خلل و فرج ایـجاد شـده در عـاج دنـدان هـیچ‌گونه تاثیری بر میزان اسـتحکام بـاندینگ بـین سـیلر و عـاج ندارد.(۶)

با توجه به نتایج مذکور، در ایـن مـطالعه از هـیچ‌گونه آماده‌سازی ویژه برای عاج استفاده نشد و سعی گردید که صفحات عاجی مورد آزمایش تا حد امکان شرایطی شبیه به عاج موجود در دیواره کانال داشته باشند.

میزان استحکام کششی باند سیلر AH26 با عاج دندان در ایـن مـطالعه (۱/۸۵۵ مگـاپاسکال) قـابل مـقایسه بـا مطالعات مشابه می‌باشد به طوری که در بررسی Saleh و هـمکاران ایـن مـیزان ۱/۱۹ مگـاپاسکال و در بـررسی Kwangwon و هـمکاران ۲/۰۶ مگـاپاسکال گـزارش گردید.(۶،۱)

www.SID.ir

Archive of SID

تا پیش از این مطالعه، تحقیقی راجع به میزان استحکام باند سیلر Dorifill با عاج دندان صورت نگرفته بود اما نتایج بدست آمده در بررسی برخی سیلرها با بنیان زینک اکساید ـ اژنل با نتیجه بررسی حاضر هماهنگی دارد، به عنوان مثال در مطالعه Kwangwon و همکاران میزان استحکام کششی باند سیلر Kerr بابینان zoE) برابر ۰/۱۳ مگاپاسکال گزارش گردید که مشابه مقدار محاسبه شده در این مطالعه (۰/۱۳۵ مگاپاسکال) می‌باشد همچنین Tagger و همکاران «استحکام برشی باند» سیلر CRCS (بابینان zoE ـ اکالیپتول) را برابر ۰/۵۹ مگاپاسکال گزارش کردند که با توجه به وجود تفاوتهایی در ترکیب این سیلر با سیلر Dorifill و نظر به این که معمولا استحکام برشی باند نسبت به استحکام کششی باند مقادیر بالاتری را نشان می‌دهد نتیجه تحقیق آنها نیز با مطالعه حاضر قابل مقایسه است.

با توجه به نتایج این مطالعه، سیلر AH26 در مقایسه با سیلر Dorifill باند بسیار قویتری با عاج ایجاد می‌کند که دلیل آن ممکن است PH اسیدی این سیلر(۱۵) و یا واکنش بهتر رزین با عاج باشد.(۱)

■

نتیجه گیری

۱. با توجه به تعداد اندک نمونه‌های مخدوش و شکست خورده، و نیز همخوانی نتایج به دست آمده با بررسیهای پیشین، روش استفاده شده در این مطالعه می‌تواند روش مناسبی برای تحقیقات آینده باشد.

۲. با توجه به بالابودن استحکام کششی باند سیلر AH26 با عاج، احتمالاً استفاده از این سیلر در دندانهایی که مورد درمان ریشه قرار می‌گیرند با موفقیت بالاتری همراه خواهد بود.

پیشنهادات

۱. بهتر است میزان استحکام کششی باند سیلرهای AH26 و Dorifill با گوتاپرکا نیز مورد ارزیابی قرار گیرد تا نتایج به دست آمده، در کنار نتایج حاصل از این آزمایش، امکان بررسی دقیقتر این دو سیلر را فراهم آورد.

۲. نظر به اینکه ارزیابی واقعی نقش هر نوع سیلر در پیش آگهی درمان اندودنتیک باید با توجه به کلیه خصوصیات فیزیکی آن صورت گیرد لذا بهتر است در مطالعه دیگری رابطه بین میزان چسبندگی این دو نوع سیلر و ریزنشت آپیکالی آنها مورد بررسی قرار گیرد.

REFERENCES

1. Kwang-won lee, Michael C, Williams, Jean J, Camps, Pashley David H. Adhesion of endodontic sealers to dentin and Gutta- percha. J Endod 2002; 28: 684-7.
2. Walton R, Torabinejad M. Principle and practice of endodontics, 3th ed. USA: W.B. Saunders; 1996, 239-250.
3. Ingle JI, Bakland LK. Endodontics, 5th ed. London: BC Decker Inc; 2002, 579-583.
4. ANSI spesicication no. 57 for endodontic filling materials. J AM Dent Assoc 1984; 108.
5. Tagger Micheal, Tagger Etty, T jan Anthony H. L, Bakland Leif K. Measurment of adhesion of endodontic sealers to dentin. J Endod 2002; 28: 351-354.
6. Saleh IM, Ruyter IE, Haapasalo MP, Orstavik D. Adhesion of endodontic sealers to dentin. J Endod 2002; 24: 132-135.

www.SID.ir

Archive of SID

7. Craig O, Powers, Wataha. Dental materials, properties and manipulation, 7th ed. London: Paul; 2000, 19-20.
8. Irwin GR. Analysis of stresses and strains near the end of a crack transversing a plate. J Appl Mech 1957; 24: 361-64.
9. Orstavik D, Eriken HM, Beyer, Olsen EM. Adhesive properties and leakage of root canal sealers in-vitro. Int Endod J 1983; 16: 59-63.
10. Pommel ludovic, About Imad, Pashley David, Camps Jean. Apical leakage of four endodontic sealers. J Endod 2003; 29: 208-210.
11. Grossman LI. Physical properties of root canal cements. J Endod 1979; 2: 166-75.
12. Galun EA, Saleh N, Lewin stein I. Diametral tensile strength and bonding to dentin of type I glass ionomer cements. J Prosthet Dent 1994; 72: 424-8.
13. Weiger R, Heuchert T, Hahn R, Lost C. Adhesion a glass ionomer cement to human radicular dentin. Endod Dent Traumatol 1995; 11: 214-91.
14. Carrigan PJ, Morse DR, Furst ML, Sinai FH, A scanning electron microscopic evaluation of human dentinal tubules according to age and location. J Endod 1984; 10: 359-63.
15. Huang TI, Kao CT. PH measurment of root canal sealers.J Endod 1998; 24: 236-8.

www.SID.ir