

اثر میله زیر کونیایی شیاردار بر روی استحکام خمشی سرامیک IPS-Empress2

دکتر حمید کرمانشاه^۱ - دکتر سپیده سرور همایون^۲ - دکتر شعله غبرائی^۳ - دکتر نعیم بریجانی^۴

- ۱- عضو مرکز تحقیقات دندانپزشکی، لیزر در دندانپزشکی و استادیار گروه آموزشی دندانپزشکی ترمیمی دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی تهران
- ۲- دستیار تخصصی گروه آموزشی دندانپزشکی کودکان دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی بابل
- ۳- استادیار گروه آموزشی اندودنتیکس دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی تهران
- ۴- دستیار تخصصی گروه آموزشی پروتزیهای دندانی دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی شهیدبهشتی

چکیده

زمینه و هدف: در سالهای اخیر توجه به *Inlay retained FPDs* برای حفاظت از ساختار دندان و محدود کردن تراش دندان هنگام آماده‌سازی آن افزایش یافته است. سطوح خاصیت خیش شوندگی سرامیک IPS2 می‌تواند توسط اسید اچینگ افزایش یابد که موجب بهبود باند IPS2 با سمان رزینی می‌شود. سرامیک‌های با استحکام بالا به علت مقاوم بودن آلومینا و زیرکونیا به اسید نمی‌توانند اچ شوند. عدم باند مناسب بین زیرکونیا-سمان رزینی در FPD های با پایه زیرکونیا منجر به عدم پخش نیرو در تمام سطح می‌شود که می‌تواند موجب جدا شدن باند و شکست در ریتینر اینله شود. هدف این مطالعه اثر میله زیرکونیایی شیاردار بر روی استحکام خمشی کور سرامیک IPS-Empress2 می‌باشد.

روش بررسی: در این مطالعه تجربی ۲۱ نمونه سرامیکی در ابعاد ۳×۴×۲۵ میلی‌متر در سه گروه طبقه‌بندی شد:

گروه ۱: (Control group) از سرامیک *In-Ceram alumina*

گروه ۲: از کور سرامیک IPS-Empress2

گروه ۳: از IPS-Empress2 به همراه بار زیرکونیایی در طول و کف نمونه

سپس نمونه‌ها تحت آزمایش خمش سه نقطه‌ای با $Span=15$ میلی‌متر و با سرعت ۰/۵ میلی‌متر/دقیقه قرار گرفته و نیروهای شکست ثبت شدند و داده‌ها با آزمون آماری یک طرفه ANOVA و Tukey مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت سطح شکست نمونه‌ها تحت ارزیابی با میکروسکوپ الکترونی قرار گرفت.

یافته‌ها: استحکام خمشی نمونه‌های گروه ۱ معادل ۳۰۲/۶۶، نمونه‌های گروه ۲ معادل ۱۸۷/۲۵ و استحکام خمشی گروه ۳ معادل ۲۴۷/۸۹ مگاپاسکال برآورد گردید. استحکام خمشی نمونه‌های *In-Ceram* به صورت معنی‌داری ($p < 0/019$) بیشتر از نمونه‌های IPS2 بوده ولی تفاوتی بین سرامیک‌های *In-ceram* و سرامیک‌های IPS2 با زیرکونیایی شیاردار وجود نداشته است. بر این اساس استفاده از زیرکونیایی شیاردار در کف نمونه‌های IPS2 اثرات محدودی در افزایش میزان استحکام خمشی نمونه‌ها داشته است. نتیجه‌گیری: در استفاده از سرامیک‌های زیرکونیایی شیاردار به همراه *Ips-Empress2*، استحکام خمشی در حد دو گروه دیگر بوده و علی‌رغم بیشتر بودن آن از نمونه‌های *Ips-Empress2* و کمتر بودن آن از نمونه‌های *In-Ceram Alumina*، تفاوت گروه‌ها از نظر آماری معنی‌دار نبوده است.

کلید واژه‌ها: آزمون خمشی سه نقطه‌ای - سرامیک دندانی - گلاس سرامیک لیتیوم دی سیلیکات - مواد کور - میکروسکوپ الکترونی

پذیرش مقاله: ۱۳۹۱/۷/۹

اصلاح نهایی: ۱۳۹۱/۳/۸

وصول مقاله: ۱۳۹۰/۱۰/۱۳

نویسنده مسئول: دکتر شعله غبرائی، گروه آموزشی اندودنتیکس دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی تهران

e.mail:sholehghabraei@yahoo.com

مقدمه

هنگام آماده‌سازی آن افزایش یافته است. (۱)، به علت ظاهر نامناسب فلز و عدم ترانسلسنسی طبیعی توجه به مواد

در سالهای اخیر توجه به *Inlay retained FPD s(IRFPD)* برای حفاظت از ساختار دندان و محدود کردن تراش دندان

استحکام خمشی کورسرامیک IPS-Empress2 صورت گرفته است.

روش بررسی

تهیه نمونه‌ها

در این مطالعه تجربی ۲۱ نمونه سرامیکی به شکل مکعب مستطیل در ابعاد $۲۵ \times ۴ \times ۳$ میلی‌متر در سه گروه هفت تایی تهیه شد: در گروه ۱ (گروه کنترل) از سرامیک

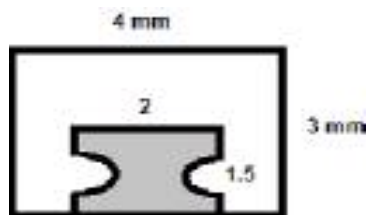
(Vita Zahnfabrik, Bad Sackingen, Germany) in ceram alumina به روش slip casting استفاده شد. دای آماده شده و سپس مدل دوبلیکیت شده، توسط گچهای دای استون (Die-Keen, Modern Dental Materials Inc., St. Louis) ریخته شدند. پودر آلومینا (Lot 6264) با ذرات نرم (Fine Grain) با آب مخلوط شده و سوسپانسیون تشکیل شده با نام Slip توسط قلم موی مخصوص روی دای اضافه شده و کور آلومینا ساخته شد، سپس کور آلومینا در داخل کوره مخصوص، (Vita Zahnfabrik, Germany) قرار داده شد و عمل Sintering انجام گردید.

انقباض فقط در حدود ۰.۲% بوده و از این رو، یک شبکه متخلخل ایجاد گردید. (شکل ۱)، پس از آن از شیشه مذاب لاتانوم آلومینوسیلیکات (Lot 6440 L) ($La Al_2O_3 SiO_2$) به منظور پر کردن تخلخلها در آلومینا استفاده شد. سطح خارجی کور روی گلاس قرار داده شده و سپس کور در داخل کوره (Vita Zahnfabrik, Germany) In-Ceram III تا دمای هزارو صد درجه سانتی‌گراد به مدت چهار ساعت در معرض حرارت قرار گرفت. (شکل ۲)، در ادامه گلاس اضافی از روی نمونه‌ها توسط سندبلاست با ذرات آلومینا پنجاه میکرونی با فشار ۲bar حذف گردید. (شکل ۳) در گروه ۲، ابتدا داخل مولد، الگوهای مومی با ابعاد $۲۵ \times ۴ \times ۳$ میلی‌متر ساخته شد. سپس نمونه مومی اسپروگذاری گردید و در داخل مولدهای مخصوص قرار گرفت. صد گرم از ماده اینوستمنت (Ivoclar vivadent (Schaan, Liechtenstein)) با ۱۳ میلی‌متر از مایع مخصوص Ivoclar vivadent (Schaan, Liechtenstein) با ۱۳ میلی‌لیتر از مایع مخصوص Ivoclar vivadent (Schaan, Liechtenstein) و ۱ میلی‌لیتر از آب مقطر مخلوط گردیده و پس از آن، داخل سیلندرهای

همرنگ دندان افزایش یافت. امروزه، در موقعیتهای کلینیکی که نیاز بیشتری به زیبایی وجود دارد، رستوریشن‌های تمام سرامیکی به عنوان یک انتخاب مناسب مطرح شده‌اند و استفاده از این رستوریشن‌ها در حال افزایش می‌باشد زیرا زیبایی خوب و مناسبی ایجاد کرده و نسبت به فلزات (به خصوص بیس متال‌ها) سازگاری نسبی بهتری دارند. (۲-۵)، IPS-Empress2 یک سیستم تمام سرامیکی محبوب جهت رستوریشن‌های Inlay, Onlay است. سطح و Wetability آن می‌تواند توسط اسیدآچینگ افزایش یابد که موجب بهبود باند IPS2 با سمان رزینی می‌شود. با این وجود میزان شکست IRFPD های IPS2 به خصوص در ناحیه کانکتور قابل توجه بوده است. سرامیک‌های با استحکام بالا به علت مقاوم بودن آلومینا و زیرکونیا به اسید نمی‌توانند اچ شوند. عدم باند مناسب بین زیرکونیا-سمان رزینی در FPD های Zirconia-based منجر به عدم پخش نیرو در تمام سطح می‌شود که می‌تواند موجب Debonding و شکست در ریتینر اینه شود. (۶)، بنابراین در مطالعه‌ای Kermanshah و همکاران، به بررسی IRFPD های IPS2 تقویت شده با یک بار زیرکونیایی در پونتیک پرداختند. (۷)، هدف این مطالعه کاهش میزان فشار در ناحیه کانکتور و دیگر بخشهای رستوریشن بود و مشخص گردید که پست زیرکونیا باعث تقویت کور سرامیکی نشده بود. از آنجایی که در این مطالعه بیشتر شکستها در اینترفیس اتفاق افتاد و همچنین در SEM هیچ فاصله‌ای بین پرسنل ونیر و زیرکونیا دیده نشد [که نشان‌دهنده تطابق خوب این دو سرامیک به علت سازگاری انبساط حرارتی (CTE) آنهاست]، در مطالعه دیگری Kermanshah و همکاران، به بررسی Finite element اثر افزایش اینترفیس در افزایش استحکام شکست پرداختند. (۸) در این مطالعه نشان داده شد که طرح بار می‌تواند میزان فشار را تحت تأثیر قرار دهد. در این آنالیز پست شیاردار بالاترین میزان کاهش فشار را نشان داد. با توجه به مطالعه فوق، از آنجا که امکان ایجاد شیاردار در پست پیش ساخته توسط لیزر وجود نداشته است در مطالعه حاضر از بارهای زیرکونیا که توسط دستگاه MECATOM برش داده شد و با دیسک‌های الماسی شیاردار گردید استفاده شده است. مطالعه حاضر با هدف اثر بار زیرکونیایی شیاردار بر روی

هفتصد درجه سانتی‌گراد تنظیم شد. این کوره دارای برنامه خودکار بود، به طوری که برای Ips-Empress2 با سرعت ۶۹ درجه سانتی‌گراد در دقیقه از حرارت هفتصد درجه سانتی‌گراد تا نهصد و بیست درجه سانتی‌گراد بالا رفته و سپس به مدت بیست دقیقه در حرارت نهصد و بیست درجه سانتی‌گراد نگه داشته می‌شود. مطابق دستور کارخانه، فشار وارده از سوی پلانگر ۵bar تنظیم گردید. تحت این وضعیت، Glass ceramic به صورت ویسکوز به درون مولد جریان می‌یابد. رینگ از داخل کوره خارج شد تا در دمای اتاق سرد شود. پس از آن نمونه‌ها سندبلاست شدند تا گچ اینوستمنت جدا شود.

در گروه ۳، مراحل ساخت این نمونه‌ها، همانند گروه قبلی انجام گردید، با این تفاوت که یک زیرکونیای شیاردار به شکل یک باردر طول نمونه کور Ips-Empress2 و در کف آن قرار داده شد.



شکل ۲: نمای شماتیک سطح مقطع نمونه‌های گروه ۳

پس از Sintering بلوک زیرکونیا (Colore based 47-Cercon 0124 کارخانه سازنده Degu Dent - آلمان)، بلوک Sinter شده با کمک دستگاه MECATOM (T201A) (شرکت Presi, France) در ابعاد مورد نظر برش داده شد. در مرحله بعد بارهای زیرکونیایی توسط دیسک‌های الماسی (D&Z, Darmstadt, Germany) شیاردار شدند. بقیه مراحل مانند گروه ۲ است.

آزمون استحکام خمشی

آزمون استحکام خمشی سه نقطه‌ای بر اساس استاندارد ISO6872 انجام گردید. این آزمون در شرایط خشک در دمای اتاق توسط Universal testing machine (Zeiwk, Germany) صورت گرفت. طول Span به میزان ۱۵ میلی‌متر و نیروی تیغه سوم از بالا با سرعت ۰/۵ میلی‌متر در دقیقه در وسط دو تکیه‌گاه وارد شد. نیروی شکست هر نمونه بر حسب



(۱)



(۲)



(۳)

شکل ۱: مراحل ساخت نمونه‌های گروه ۱

داخل سیلندرهای حاوی الگوهای مومی و بیره گردید. بعد از خشک شدن اینوستمنت، کاغذ رینگ را حذف کرده و رینگ اینوستمنت به همراه پلانگر آلومینا به کوره از قبل گرم شده منتقل شد (جهت حذف موم)، کوره حذف موم از دمای اتاق تا دویست و پنجاه درجه سانتی‌گراد با سرعت پنج درجه سانتی‌گراد در دقیقه گرم شد و در ادامه به مدت سی دقیقه در حرارت دویست و پنجاه درجه سانتی‌گراد نگه داشته شد. حرارت بیشتر از دویست و پنجاه تا هشت صد و پنجاه درجه سانتی‌گراد با سرعت پنج درجه سانتی‌گراد در دقیقه تأمین گردید. و آنگاه به مدت شصت دقیقه در حرارت هشت صد و پنجاه درجه سانتی‌گراد نگه داشته شد. پس از تکمیل سیکل حرارتی، Ingot سرد در رینگ اینوستمنت قرار گرفت. رینگ اینوستمنت حاوی Ingot و پلانگر آلومینا به کوره EP600 (Ivoclar vivadent Press Furnace Empress AG, Liechtenstein) منتقل گردید. این کوره در حرارت اولیه

مگاپاسکال، نمونه‌های IPS برابر ۱۸۷/۲۵ و ۸۰/۰۴ مگاپاسکال و نمونه‌های زیرکونیای شیاردار معادل ۲۴۷/۸۹ و ۷۵/۵۳ مگاپاسکال برآورد گردید. (جدول ۱)، نتایج آزمون آنالیز واریانس یک سویه نشان داد در مجموع، تفاوت آماری معنی‌داری بین گروه‌های مختلف از نظر مقادیر استحکام خمشی وجود داشته است. ($p < 0.024$)، علاوه بر این با توجه به یکسانی آزمون واریانس‌ها، مقایسه دو به دوی گروه‌ها با استفاده از آزمون دوبه‌دوی Tukey انجام و مشخص گردید استحکام خمشی نمونه‌های In-Ceram به صورت معنی‌داری بیشتر از نمونه‌های IPS بوده ($p < 0.019$) ولی در سایر مقایسات، تفاوتی بین سرامیک‌های In-Ceram و زیرکونیای شیاردار ($p > 0.34$) یا سرامیک‌های IPS با زیرکونیای شیاردار ($p > 0.27$) وجود نداشته است.

بررسی SEM حد فاصل دو ماده هیچ‌گونه فاصله‌ای را بین Ips2 و زیرکونیا نشان نمی‌دهد (شکل ۵) که نشان‌دهنده باند خوب و مناسب میان آن دو است. باند خوب پرسن-زیرکونیا نشان‌دهنده اینست که فشارهای باقیمانده برای ایجاد درز در سطح تماس دو ماده به اندازه کافی بزرگ نبوده‌اند. در اشکال ۶ و ۷ سطوح شکست نمونه‌های گروه ۲ و ۳ همراه با خطوط شکست و نواقص درونی مورد ارزیابی قرار گرفته است.

شکل ۷ سطح شکست نمونه گروه ۳ به نظر می‌رسد شکستگی از سطح خارجی نمونه آغاز شده و به سمت اینترفیس گسترش یافته و در آنجا پخش شده است (فلش‌های سفید (۱)، تکه شکسته شده زیرکونیا در اثر فشار. (۲) نقاط تجمع فشار و خطوط والنز (Wallner lines) قابل مشاهده‌اند. (فلش‌های سیاه) (۳)، وجود احتمالاً موجب تضعیف ساختار ماده شده است. (بزرگنمایی صد برابر)

بحث

اگر چه عوامل مختلفی بر خواص مکانیکی و قابلیت کاربرد کلینیکی سرامیک‌ها مؤثر هستند، ولی استحکام و مقاومت در برابر شکست، به عنوان اولین پارامتر ارزیابی سرامیک‌ها مطرح می‌باشد. استحکام، فشار نهایی لازم برای شکست یا تغییر شکل پلاستیک ماده است که به شدت تحت تأثیر ترک و نواقص موجود در نمونه قرار دارد. (۹)



شکل ۳: زیرکونیای شیاردار شده



شکل ۴: نمونه‌های نهایی گروه ۳

نیوتن حساب شده و استحکام خمشی آن به روش زیر محاسبه گردید:

$$\text{Flexural strength (3 point)} = 3FL / 2bd^2$$

f: میزان نیروی شکست (N)

L: طول span (mm)

b: پهناي نمونه (mm)

d: ضخامت نمونه (mm)

مشاهده سطح مقطع شکست با میکروسکوپ SEM

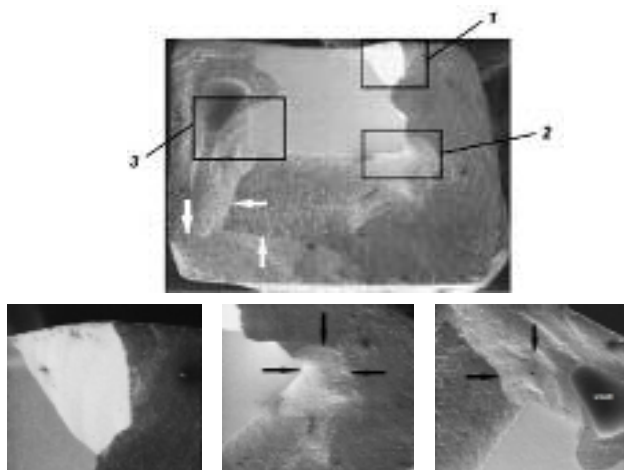
قطعات شکسته شده در حمام اولتراسونیک در محلول اتانول ۹۵٪ به مدت ۱۵ دقیقه قرار گرفتند. بعد قطعات با آب شستشو داده شده و خشک شدند. سپس، نمونه‌ها با چسب روی صفحه فلزی مخصوص ثابت شده و به لبه‌های آنها چسب نقره مالیده شد (جهت انجام هدایت الکتریکی) و با طلا پوشش یافتند. پس از آن تحت ارزیابی با میکروسکوپ الکترونی (Philips XL30, Eindhoven, Netherlands) قرار گرفتند. اطلاعات مربوط به استحکام خمشی سه نقطه‌ای گروه‌ها به وسیله آنالیز واریانس یک سویه (One-way ANOVA) و آزمون تکمیلی Tukey با سطح معنی‌دار $P < 0.05$ مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت.

یافته‌ها

بر اساس نتایج مطالعه، میانگین و انحراف معیار استحکام خمشی نمونه‌های In-Ceram معادل ۳۰۲/۶۶ و ۵۵/۶۳

جدول ۱: نتایج مربوط به آزمون خمش سه نقطه‌ای

سرامیک	تعداد	میانگین	انحراف معیار	خطای معیار	حداقل	حداکثر
In-Ceram	۷	۳۰۲/۶۶	۵۵/۶۳	۲۱/۰۳	۲۳۷/۱۷	۳۷۷/۲
IPS	۷	۱۸۷/۲۵	۸۰/۰۴	۳۰/۲۵	۵۰/۰۳	۲۵۸/۴۷
Zirconia	۷	۲۴۷/۸۹	۷۵/۵۳	۲۸/۵۵	۱۰۷/۹۹	۳۲۵/۲۴

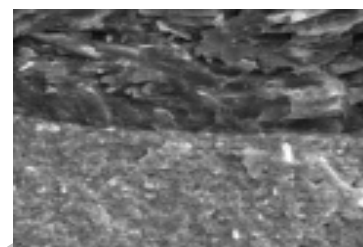


(۱) (۲) (۳)

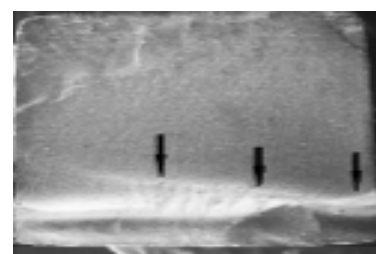
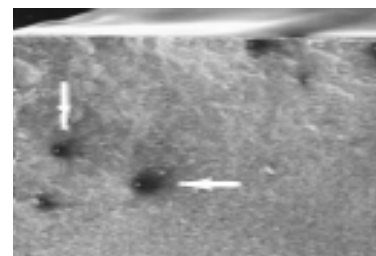
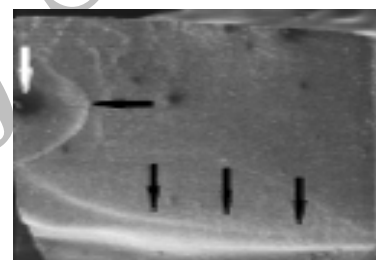
شکل ۷: سطح شکست نمونه گروه ۳. به نظر می‌رسد شکستگی از سطح خارجی نمونه آغاز شده و به سمت اینترفیس گسترش یافته و در آنجا پخش شده است (فلش‌های سفید).
 (۱) تکه شکسته شده زیرکونیا در اثر استرس.
 (۲) نقاط تجمع استرس و خطوط والنر (wallner lines) قابل مشاهده‌اند (فلش‌های سیاه).
 (۳) وجود void احتمالاً موجب تضعیف ساختار ماده شده است. (بزرگنمایی ۱۰۰ برابر)

در این مطالعه، از آزمون استحکام خمشی سه نقطه‌ای استفاده گردید. دلایل استفاده از این آزمون شامل طراحی راحت دستگاه و بازوها به همراه شکل ساده نمونه‌ها بوده است. (۱۱)، عرض و ضخامت نمونه‌های ساخته شده در مطالعه حاضر معادل ۳×۴ میلی‌متر بود که این میزان برای مشابه‌سازی سطح مقطع کانتور در بریج‌های تمام سرامیکی رزین باند شونده در کلینیک انتخاب شده بود.

استحکام خمشی نمونه‌های In-Ceram معادل ۳۰۲/۶۶ مگاپاسکال، نمونه‌های IPS برابر ۱۸۷/۲۵ مگاپاسکال و استحکام خمشی نمونه‌های زیرکونیای شیاردار معادل ۲۴۷/۸۹ مگاپاسکال برآورد گردید. استحکام خمشی



شکل ۵: سطح تماس دو ماده Ips2 و زیرکونیا در گروه ۳ بزرگنمایی سه هزار برابر



شکل ۶: سطح شکست نمونه‌های گروه ۲. خط شکست با فلش سیاه و تعدادی pore با فلش سفید در تصاویر نشان داده شده‌اند. (بزرگنمایی پنجاه برابر)

حسب نوع آزمایشهای به کار رفته از ۲۳۶-۵۳۰ مگاپاسکال متفاوت برآورد شده است. (۱۰)

بر اساس نتایج مطالعه حاضر، استحکام خمشی سرامیکهای In-Ceram به صورت معنی‌داری بیشتر از سرامیکهای Ips-Empress2 برآورد گردید. در مطالعه Fisher و همکاران در سال ۲۰۰۱ نیز استحکام خمشی In-Ceram Alumina به صورت معنی‌داری بیشتر از نمونه‌های Ips-Empress2 برآورد گردید (چهارصد و پنجاه مگاپاسکال در برابر ۲۷۳ مگاپاسکال) (۱۵)، سرامیک‌ها مواد شکننده‌ای هستند که نیروی شکست آنها تا حدود زیادی به اندازه، تعداد و پخش ترکها در ماده و سطح بستگی دارد. در بررسی دیگری که توسط Guazzato و همکاران در سال ۲۰۰۲ انجام شد، استحکام خمشی Biaxial برای سرامیک In-Ceram Alumina به میزان ششصد مگاپاسکال گزارش گردید. (۹)، با توجه به اینکه، بیشترین فشار کششی در نمونه‌های آزمایشی Biaxial در مرکز نمونه دیسکی رخ داده و شکستهای لبه‌ای در آن حذف می‌شود، میزان استحکام به دست آمده از آزمایش Biaxial بیشتر از آزمایش خمشی سه نقطه‌ای خواهد بود.

در استفاده از سرامیکهای زیرکونیای شیاردار به همراه Ips-Empress2، استحکام خمشی در حد دو گروه دیگر بوده و علی‌رغم بیشتر بودن آن از نمونه‌های Ips-Empress2 و کمتر بودن آن از نمونه‌های In-Ceram Alumina، تفاوت گروهها از نظر آماری معنی‌دار نبوده است. در این گروه، از یک زیرکونیای شیاردار در کف استفاده شده و نتایج نشان داد که با این کار، میزان استحکام خمشی افزایش یافت (البته بدون تفاوت‌های معنی‌دار). در مطالعه Kermanshah و همکاران نیز که با استفاده از روش آنالیز Finite element انجام شد، به دنبال ایجاد شیار در میله زیرکونیایی، استحکام افزایش یافت. (۸)

Kermanshah و Ebrahimi در سال ۱۳۸۵ نیز نشان دادند تفاوت آماری معنی‌داری بین نمونه‌های Ips-Empress2 بدون زیرکونیا و دارای زیرکونیا وجود نداشته است. در مطالعه آنان، نمونه‌هایی که در آنها زیرکونیا در کف قرار گرفته بود، استحکام بالاتری داشتند، هرچند این تفاوت معنی‌دار نبوده است. در مطالعه Kermanshah و Ebrahimi،

نمونه‌های In-Ceram به صورت معنی‌داری بیشتر از نمونه‌های IPS بوده ($p < 0.019$) ولی در سایر مقایسات، تفاوتی بین سرامیکهای In-Ceram و زیرکونیای شیاردار یا سرامیکهای IPS با زیرکونیای شیاردار وجود نداشته است. هر چند ۳۳٪ افزایش در استحکام خمشی دیده شد.

بر اساس نتایج مطالعه Edelhoff و همکاران ۲۰۰۲، در صورتی که یک گلاس سرامیک روی (Zirconia post) Cosmopost قرار داده شود، اگر ضریب انبساط حرارتی (CTE) سرامیک بیشتر از Cosmopost باشد، در طی سرد شدن (Cooling) یک فشار کششی در سرامیک به وجود می‌آید که باعث تسریع رشد ترکهای بسیار ریز در داخل گلاس سرامیک می‌شود. (۱۲)، همچنین، بیان شده که اگر CTE فلز داخل سرامیک کمتر از CTE سرامیک باشد ترکهای به شکل رادیال در طی سرد شدن در سرامیک ایجاد می‌شوند. این اصل در سیستم‌های سرامیک-سرامیک نیز صادق است. (۱۳)

استحکام خمشی سه نقطه‌ای Ips-Empress2 طبق گزارش کارخانه سازنده (Ivoclar) به میزان 50 ± 250 مگاپاسکال می‌باشد. (۱۴)، که در مقایسه با مقادیر برآورد شده در مطالعه حاضر (یعنی ۱۸۷/۲۵ مگاپاسکال) بیشتر بوده است. این تفاوت می‌تواند به دلیل اختلاف شکل نمونه‌ها، نوع آزمایشهای متفاوت انجام شده و نحوه آماده‌سازی سطحی نمونه‌ها و شرایط آزمایشها باشد. در مطالعه Kermanshah و Ebrahimi در سال ۱۳۸۵ نیز میزان استحکام خمشی Ips-Empress2 کمتر از مقادیر عددی گزارش شده توسط کارخانه سازنده برآورد گردید. (۷)

بر اساس نتایج مطالعه حاضر، میزان استحکام خمشی سه نقطه‌ای سرامیک In-Ceram برابر ۳۰۲/۶۶ مگاپاسکال به دست آمده که تا حدودی کمتر از مقادیر گزارش شده توسط Chong و همکاران در سال ۲۰۰۲ می‌باشد که میانگین استحکام خمشی برای این سرامیک را برابر ۳۶۲ مگاپاسکال تعیین کرد. (۱۰)، همچنین در تحقیق Kermanshah و Ebrahimi (۷)، میانگین استحکام خمشی سرامیک In-Ceram برابر ۳۷۸ مگاپاسکال به دست آمد که بیشتر از مطالعه حاضر می‌باشد. استحکام خمشی کور In-Ceram Alumin نیز بر

طی فرآیندهای آزمایشگاهی، امکان کنترل متغیرهای مداخله‌گر به راحتی فراهم بوده ولی در شرایط بالینی، متغیرهای مداخله‌گر متعددی نظیر متغیرهای مرتبط با میزبان وجود دارند که در عملکرد مواد سرامیکی در دهان تأثیرگذار هستند. در نتیجه، به نظر می‌رسد تعمیم یافته‌های مطالعات آزمایشگاهی به شرایط بالینی محدودیت‌های داشته باشد.

نتیجه‌گیری

نتایج مطالعه حاضر در بررسی میزان استحکام خمشی نمونه‌های سرامیکی Ips-Empress2 به دنبال استفاده از زیرکونیای شیاردار در کف آنها نشان داد:

- استحکام خمشی نمونه‌های In-Ceram معادل ۳۰۲/۶۶، نمونه‌های IPS برابر ۱۸۷/۲۵ و استحکام خمشی نمونه‌های زیرکونیای شیاردار معادل ۲۴۷/۸۹ مگاپاسکال برآورد گردید. استحکام خمشی نمونه‌های In-Ceram به صورت معنی‌داری بیشتر از نمونه‌های IPS بدون بار زیرکونیایی بوده ولی در سایر مقایسات، تفاوتی بین گروه ۱ (سرامیک‌های In-Ceram) و گروه ۲ (IPS همراه با زیرکونیای شیاردار) و همچنین بین گروه ۲ (IPS بدون بار زیرکونیایی) و گروه ۳ (سرامیک‌های IPS با زیرکونیای شیاردار) وجود نداشته است.

- بر این اساس، استفاده از زیرکونیای شیار در کف نمونه‌های سرامیکی Ips-Empress2، اثرات محدودی در افزایش میزان استحکام خمشی نمونه‌ها داشته است.

تشکر و قدردانی

این مقاله نتیجه طرح تحقیقاتی مصوب دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی و درمانی تهران به شماره طرح: ۸۸-۰۴-۶۹-۸۵۵۳ مورخ ۱۳۸۸/۱۰/۲۹ می‌باشد. بدین وسیله از کمک‌های مالی معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی تهران که منجر به اجرای این مطالعه گردید، صمیمانه تشکر می‌شود. همچنین از آقای دکتر خرازی فرد مشاور آمار و آقای مهدی ابدار که صمیمانه ما را در اجرای این مطالعه یاری کردند، قدردانی می‌گردد.

از یک میله زیرکونیا به شکل پست پیش ساخته زیرکونیای استوانه‌ای استفاده شده و اندازه آن نیز طبق استاندارد ISO نبوده است. علاوه بر این، پست زیرکونیا در وسط و کف کور سرامیکی Ips-Empress2 قرار گرفته بود. (۷)، با این حال، در مطالعه حاضر، اندازه نمونه‌های Ips-Empress2 طبق استاندارد ISO (۲۵×۴×۳ میلی‌متر) انتخاب شده و میله زیرکونیایی به شکل بلوک زیرکونیا Sinter شده و با دستگاه MACATOM برش یافته و میله‌هایی با اندازه ۲۷×۲×۱/۵ میلی‌متر تهیه شدند. علاوه بر این، با توجه به اینکه در مطالعه Ebrahimi و Kermanshah در ۱۳۸۵ مشخص گردیده بود، استحکام نمونه‌ها با زیرکونیا در کف بیشتر بوده است، در مطالعه حاضر از زیرکونیا فقط در کف استفاده شد. از آنجایی که در این مطالعه بیشتر شکست‌ها در اینترفیس اتفاق افتاد و همچنین در SEM هیچ فاصله‌ای بین پرسنل ونیر و زیرکونیا دیده نشد (که نشان دهنده تطابق خوب این دو سرامیک به علت سازگاری انبساط حرارتی (CTE) آنهاست)، در مطالعه دیگری Kermanshah و همکاران، به بررسی Finite element اثر افزایش اینترفیس در افزایش استحکام شکست پرداختند. در این مطالعه نشان داده شد که طرح بار می‌تواند میزان فشار را تحت تأثیر قرار دهد. در این آنالیز پست شیاردار بالاترین میزان کاهش فشار را نشان داد.

با توجه به مطالعه فوق، از آنجا که امکان ایجاد شیار در پست پیش ساخته توسط لیزر وجود نداشته است در مطالعه حاضر از بارهای زیرکونیا که توسط دستگاه MECATOM برش داده شد و با دیسک‌های الماسی شیاردار گردید استفاده شده است.

به نظر می‌رسد مواد مختلف به کار رفته در فریم و رک‌های زیرکونیایی خصوصیات و ویژگی‌های ساختاری متفاوتی از یکدیگر داشته و تفاوت‌هایی که از نظر اندازه ذرات، شکل، ترکیب، غلظت و سختی در آنها وجود دارد، بیانگر نقش قابل توجه روش‌های مختلف آماده‌سازی در بروز برخی تفاوتها از نظر ساختار نهایی ماده زیرکونیایی می‌باشد.

نتایج مطالعه حاضر از این جهت محدودیت دارد که نمونه‌های ساخته شده طی فرآیندهای آزمایشگاهی نمی‌تواند در شرایط بالینی کاربرد داشته باشند. مشخص گردیده در

REFERENCES

1. Puschmann D, Wolfart S, Ludwig K & Kern M. Load-bearing capacity of all ceramic posterior inlay-retained fixed dental prostheses. *Eur J Oral Sci.* 2009 Jul; 117(3):312-318.
2. Ohlmann B, Rammelsberg P, Schmitter M, Schwarz S & Gabbert O. All-ceramic inlay-retained fixed partial dentures: preliminary results from a clinical study. *J Dent.* 2008 Sep; 36(9):692-696.
3. Kilicarslan MA, Kedici PS, Kucukesmen HC & Uludag BC. Invitro fracture resistance of posterior metal-ceramic and all-ceramic inlay-retained resin-bonded fixed partial dentures. *J Prosthet Dent.* 2004 Oct; 92(4):365-370.
4. Mehl C, Ludwig K, Steiner M & Kern M. Fracture strength of prefabricated all-ceramic posterior inlay-retained fixed dental prostheses. *Dent Mater.* 2010 Jan; 26(1):67-75.
5. Wolfart S, Ludwig K, Uphaus A & Kern M. Fracture strength of all-ceramic posterior inlay-retained fixed dental prostheses. *Dent Mater.* 2007 Dec; 23(12):1513-1520.
6. Valandro LF, Ozcan M, Amaral R, Vanderlei A & Bottino MA. Effect of testing methods on the bond strength of resin to zirconia-alumina ceramic: microtensile versus shear test. *Dent Mater J.* 2008 Nov; 27(6):849-855.
7. Kermanshah H, Farzin ebrahimi SH. The effect of zirconia on flexural strength of IPS-Empress2 ceramic. *TUMS J Dent Med.* 2007 Sum; 20(2):100-107.
8. Kermanshah H, Gherami A, Ghorbani T. Finite element analysis of effect zirconium post on stress distribution core IPS-Empress2. [Theses]. Tehran: Tehran University of Medical Sciences School of Dentistry; 1378,88.
9. Guazzato M, Al-Bakry M, Swain MV, Ironside J. Mechanical properties of in-ceram alumina and In-ceram zirconia. *Int J Prosthodont.* 2002 Jul-Aug; 15(4):339-346.
10. Chong KH, John C, Takahashi Y, Wozniak W. Flexural strength of In-ceram alumina and In-ceram zirconia core materials. *Int J Prosthodont.* 2002 Mar-Apr; 15(2):183-188.
11. Zeng K, Oden A, Rowcliffe D. Flexure tests on dental ceramics. *Int J Prosthodont.* 1996 Sep-Oct; 9(5):434-443.
12. Edolhoff D, Sorensen JA. Retention of selected core materials to zirconia posts. *Oper Dent.* 2002 Sep-Oct; 27(5):455-461.
13. Steiner P, Kelly JR, Giuseppetti AA. Compatibility of ceramic-ceramic systems for fixed prosthodontics. *Int J Prosthodont.* 1997. Jul-Aug; 10(4):375-380.
14. Holand W, Beal G. Glass ceramic technology. *The American Ceramic Society* 2000; 287-300.
15. Fisher H, Dautzenberg G, Marx R. Nondestructive estimation of the strength of dental ceramic materials. *Dent Mater.* 2001. Jul; 17(4):289-295.