

## بررسی اثر دو طرح تراش چمفر و شولدر بر مقاومت به شکست رستوریشن‌های تمام سرامیک اینسرام

عزت ا... جلالیان\*، ندا سادات آل طه\*\*

\* دانشیار گروه پروتز ثابت دانشکده‌ی دندانپزشکی، دانشگاه آزاد اسلامی  
\*\* دندانپزشک

### چکیده

**بیان مساله:** یکی از دشواری‌های بزرگ روکش‌های تمام سرامیکی امکان شکستن آن‌ها در برابر نیروهای اکلوزالی است. با این رو، اطلاعات کافی درباره‌ی مقاومت به شکست روکش‌های تمام سرامیک در طرح تراش‌های گوناگون در دسترس نیست.

**هدف:** هدف از این بررسی آزمایشگاهی، مقایسه‌ی اثر دو طرح تراش (چمفر و شولدر) بر مقاومت به شکست رستوریشن‌های تمام سرامیک اینسرام بود.

**مواد و روشی:** بر روی یک دندان پرمولر نخست ماگزیلا که به منظور درمان ارتودنسی کشیده شده و دارای پوسیدگی و ترک نبود، لبه‌ی چمفر ۵۰ درجه (۰/۷ میلی‌متر) تراشیده شد. ۱۰ بار قالب‌گیری توسط پلی‌وینیل سایلوکسان انجام گردید. برای ساخت دای، این قالب‌ها توسط اپوکسی رزین ریخته شدند. سپس، بر روی همان دندان لبه‌ی چمفر ۵۰ درجه توسط فرز الماسی به شولدر ۹۰ درجه (یک میلی‌متر) تبدیل گردید. دوباره ۱۰ بار قالب‌گیری انجام و ۱۰ دای رزینی دیگر ریخته شد. قالب‌گیری از روی هر یک از دای‌های رزینی توسط پلی‌وینیل سایلوکسان انجام و توسط استون دای ریخته گردید. کور آلومینا به ضخامت ۰/۵ میلی‌متر بر روی ۲۰ دای حاصله در آزمایشگاه ساخته شد. کورهای آلومینا توسط پانویا بر روی دای‌های رزینی سمان شدند و زیر آزمون مکانیکی توسط یونیورسال دستگاه آزمایشی قرار گرفتند. نمونه‌ها از نظر جای شکست توسط مشاهده و میکروسکوپ استریو بررسی شدند. واکاوی آماری داده‌ها توسط آزمون تی انجام گرفت.

**یافته‌ها:** میانگین نیروی منجر به شکست در لبه‌ی چمفر برابر ۶۱۰/۱۸ نیوتن ( $SD = ۵۸/۷۹$ ) و در لبه‌ی شولدر برابر ۵۰۲/۷۲ نیوتن ( $SD = ۱۰۵/۸۳$ ) بود. آزمون آماری تی اختلاف معنادار را نشان داد ( $p < ۰/۰۵$ ).

**نتیجه‌گیری:** نتیجه‌ی این پژوهش رابطه‌ی میان طرح تراش و مقاومت به شکست را نشان داد و طرح تراش چمفر ویژگی‌های بیومکانیکی بهتری در رستوریشن‌های آلومینا در ناحیه پستی و به صورت تک روکش داشت. این ممکن است به دلیل یونیتی قوی در لبه‌ی چمفر باشد. **واژگان کلیدی:** شولدر، چمفر، مقاومت به شکست، تمام سرامیک، اینسرام

## درآمد

یکی از دشواری‌های بزرگ رستوریشن‌های تمام سرامیک امکان شکستن آنها در برابر نیروهای لترالی است<sup>(۱)</sup>. روکش‌های رایج دارای فلز بوده که از مشکلات آن‌ها اثرات سمی، شیمیایی و حساسیت زایی است. افزون بر آن، تفاوت رنگ آن‌ها با رنگ طبیعی دندان دشواری دیگری است. با پیشرفت علم و آگاهی بیماران، شمار زیادی از آنان روکش‌های هم‌رنگ دندان را برتری می‌دهند. از مهم‌ترین برتری‌های رستوریشن‌های تمام سرامیکی، زیبایی و سازگاری بافتی آن‌هاست<sup>(۲)</sup>.

در چند سال گذشته رستوریشن‌های تمام سرامیک برای ترمیم دندان‌های پستی استفاده شدند. شکست برخی از روکش‌ها در اثر نیروهای هنگام جویدن بر روی مولر و پرمولر به علت مقاومت مکانیکی پایین روکش‌های سرامیکی رخ می‌دهد، که یکی از ویژگی‌های ذاتی سرامیک است<sup>(۳ و ۴)</sup>. مقاومت مکانیکی سرامیک به مقدار زیادی متأثر از وجود ترک‌های سطحی و حفره (Void) های درونی و همچنین شکل طرح تراش، ضخامت رستوریشن، فشار برجا مانده در روند آماده سازی، بزرگی، جهت و مدت وارد شدن نیرو، ضریب کشسانی رستوریشن، نقص‌های میان سطحی رستوریشن-سمان و اثرات محیط دهان است<sup>(۵)</sup>. در یک بررسی توسط روش فاینیت المنت آنالایزیز FEA (Finite element analysis) فشار وارده در هنگام جویدن بر روی دندان ترمیم شده توسط فلز-سرامیک در خط لثه‌ای و در فاصله‌ی عاج، فلز، سرامیک و فلز ثبت شد<sup>(۶)</sup>. نتیجه‌ی استفاده از این روش در رستوریشن‌های تمام سرامیک نیز تمرکز فشار در بخش گردن را نشان می‌دهد<sup>(۷)</sup>.

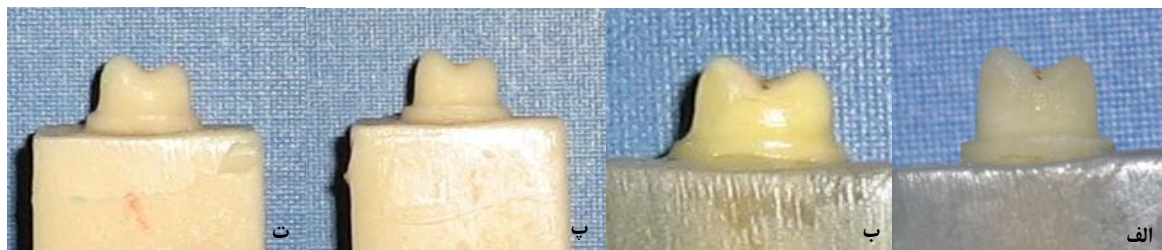
نظریه‌ی این پژوهش، اثر گذاری طرح ناحیه‌ی لبه‌ی رستوریشن برای افزایش ویژگی‌های مکانیکی است، که چنین ویژگی توسط لبه‌ی چمفر به جای شولدر به دست می‌آید. در بررسی سادان (Sadan) و همکاران، هر دو گونه خط تراش مناسب

در نظر گرفته شده است و مقاومت به شکست یکسانی را نشان می‌دهند<sup>(۸)</sup> اما در پژوهش دی ایوریو (DiIorio) و همکاران، لبه‌ی شولدر ویژگی‌های بیومکانیکی بهتری در روکش‌های پستی نشان داد<sup>(۹)</sup>. در پژوهش دی جاگر (De Jager) و همکاران، برای ترمیم‌ها با پایداری زیاد در دندان‌های پستی، لبه‌ی چمفر دارای کولار پیشنهاد شده است زیرا دارای مقاومت به شکست بالاتری بود<sup>(۱۰)</sup>. در بررسی کوال (Cho L) و همکاران، که چهار گونه طرح تراش را بررسی کرده بودند مقاومت به شکست در طرح چمفر به عمق ۰/۹ و ۱/۲ میلی‌متر بسیار بیشتر از شولدر ۱/۲ میلی‌متر و شولدر با انتهای گرد بود<sup>(۱۱)</sup>. در بررسی پوتیکت (Potiket) و همکاران نیز، از شولدر عمیق استفاده شده بود، که مقاومت به شکست بالاتری داشت<sup>(۱۲)</sup>. در پژوهش رامرزبرگ (Rammersberg) و همکاران هم، از طرح چمفر ۰/۵ میلی‌متر استفاده شد، که با تراش کمتر از دندان دارای بهترین پایداری بود<sup>(۱۳)</sup>.

با توجه به مطالب بالا مبنی بر وجود تناقض‌ها و نیز، بررسی‌های ناکافی در خصوص اثر دو طرح تراش چمفر و شولدر، این بررسی با هدف ارزیابی دو طرح تراش چمفر و شولدر بر مقاومت به شکست رستوریشن‌های تمام سرامیک اینسرام انجام شد. نتایج به دست آمده از این بررسی می‌تواند در انتخاب گونه‌ی تراش برای رستوریشن‌های تمام سرامیک اینسرام سودمند باشد.

## مواد و روش

این بررسی به گونه‌ی تجربی-آزمایشگاهی انجام شد. نمونه‌گیری بر پایه‌ی هدف و شمار نمونه‌ها ۲۰ عدد گزارش گردید، که ۱۰ عدد مربوط به طرح چمفر و ۱۰ عدد مربوط به طرح شولدر بود. برای این کار در آغاز، یک دندان سالم (بی پوسیدگی و ترک) پرمولر نخست ماگزایلا کشیده شده به منظور ارتودنسی، توسط یک دندانپزشک با استفاده از فرز الماسی تورپیدو برای



نگاره‌ی ۱ الف طرح چمفر روی دندان، ب طرح شولدر روی دندان، پ طرح چمفر روی دای رزینی، ت طرح شولدر روی دای رزینی

## یافته‌ها

میانگین و انحراف معیار نمونه‌ها با دو طرح تراش چمفر و شولدر در جدول ۱ آمده است. پس از تعیین میانگین و انحراف معیار میزان نیروی منجر به شکست نمونه‌ها در دو گروه، از آزمون کلموگروف اسمیرنوف (One-sample Kolmogorov-smirnov) جهت تعیین پیروی داده‌ها از توزیع طبیعی استفاده شد. با توجه به این که داده‌ها از توزیع طبیعی پیروی نمودند، از آزمون تی برای مقایسه‌ی اندازه‌های نیرو در دو گروه استفاده شد. نیروی منجر به شکست در گروه چمفر ۶۱۰/۱۸ و در گروه شولدر ۵۰۲/۷۲ نیوتن بود (نمودار ۱). میزان نیروی منجر به شکست در دو گروه با یکدیگر اختلاف معنادار داشت ( $p = ۰/۰۱۲$ ).

میزان پراکنندگی داده‌ها (نسبت انحراف معیار به میانگین = CV) در گروه شولدر بیشتر از گروه چمفر بود. همچنین، میزان درصد مقاومت به شکست نمونه‌ها در گروه‌ها در نمودار کاپلان-مایر (Kaplan-Meier) آمده است (نمودار ۲).

**جدول ۱** میانگین و انحراف معیار نیروی منجر به شکست در دو طرح تراش چمفر و شولدر

طرح تراش	میانگین	انحراف معیار	p. Value
چمفر	۶۱۰/۱۸	۵۸/۷۹	۰/۰۱۲
شولدر	۵۰۲/۷۲	۱۰۵/۸۳	

## بحث

یکی از دشواری‌های بزرگ روکش‌های تمام‌سرامیکی امکان شکستن آن‌ها در برابر نیروهای اکلوزالی و لتالی است<sup>(۱)</sup>. روکش‌های رایج دارای فلز هستند، که از مشکلات آنها زیبا نبودن و مشکلات زیست‌سازگاری است<sup>(۲)</sup>. این بررسی که در راستای مقایسه‌ی مقاومت به شکست روکش‌های تمام‌سرامیکی اینسرام در دو طرح تراش چمفر و شولدر انجام گرفت نشان داد، که میانگین مقاومت به شکست در گروه چمفر برابر ۶۱۰/۱۸ و در گروه شولدر برابر ۵۰۲/۷۲ نیوتن است.

با توجه به نتایج، میزان مقاومت به شکست در گروه چمفر بیشتر از شولدر بوده و اختلاف معنادار وجود دارد. ضریب کشسانی مواد ساپورت کننده کور نیروی منجر به شکست را زیر اثر قرار می‌دهد<sup>(۳)</sup>، به همین دلیل در بررسی کنونی از دای رزینی استفاده شد، که نسبت به دای برنجی مناسب‌تر است<sup>(۴)</sup>. یکی از تفاوت‌های موجود میان کار بالینی و کار آزمایشگاهی وجود

تهیه‌ی لبه‌ی چمفر ۵۰ درجه و عمق ۰/۷ میلی‌متر تراش داده شد<sup>(۱۴ و ۱۵)</sup> (نگاره‌ی ۱). برای مقاومت در برابر شکست، تراش سطح اکلوزال با پیروی از شکل کاسپ‌ها انجام شد<sup>(۱۶)</sup>. ۱۰ بار قالب‌گیری یک مرحله‌ای توسط پلی‌وینیل سایلوکسان (کر-آلمان) انجام شد. این قالب‌ها توسط اپوکسی رزین به گونه‌ی دستی ریخته گردید<sup>(۱۷)</sup> (نگاره‌ی ۱).

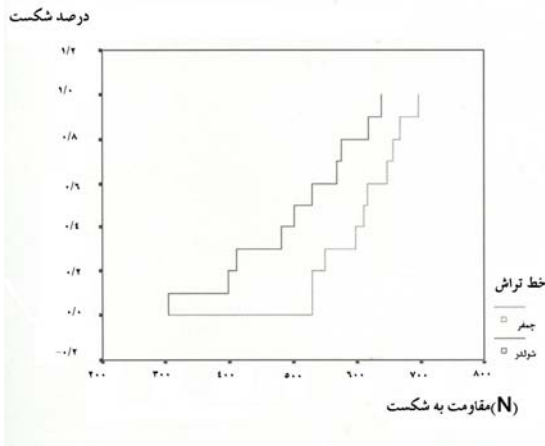
سپس، لبه‌ی چمفر ۵۰ درجه توسط فرز الماسی به شولدر ۹۰ درجه و عمق ۱ میلی‌متر تبدیل شد (نگاره‌ی ۱). دوباره قالب‌گیری توسط پلی‌وینیل سایلوکسان انجام و ۱۰ دای رزینی دیگر ساخته گردید (نگاره‌ی ۱). دوباره قالب‌گیری توسط مواد پلی‌وینیل سایلوکسان از روی دای‌های رزینی برای تهیه‌ی استون دای انجام شد.

استون دای توسط اسپیس لاینر پوشیده و به آزمایشگاه فرستاده گردید<sup>(۱۸)</sup>. سپس، کورآومینا به ضخامت ۰/۵ میلی‌متر ساخته شد (ویتا-آلمان)<sup>(۱۹)</sup>. فیتنس کورآومینا روی دای رزینی توسط میکروسکوپ استریو بررسی گردید. پس از آن، نمونه‌ها توسط پانویا روی دای‌های گند زدایی شده سمان شدند و پس از برداشتن اضافه‌های سمان نمونه‌ها به مدت ۲۴ ساعت در دمای اتاق در درون نرمال سالین نگهداری گردیدند. آزمون مکانیکی توسط یونیورسال دستگاه یونیورسال انجام شد. هر نمونه زیر نیروهای دوره‌ای که از پنج نیوتن آغاز شد قرار گرفت و تا زمانی که شکست رخ داد ادامه پیدا کرد (نگاره‌ی ۲).

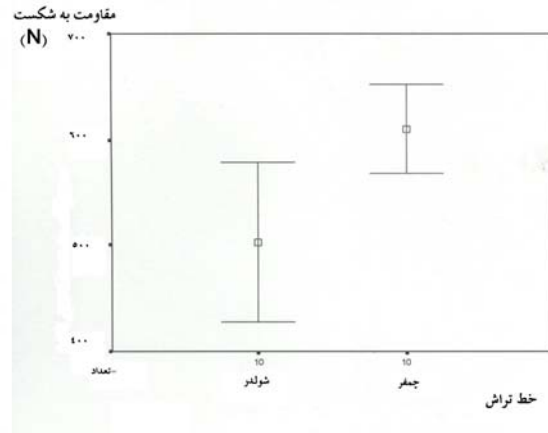


**نگاره‌ی ۲** جای شکست

این نیرو به گونه‌ی عمودی و از نقطه‌ی فوسای مرکزی و در راستای محور طولی با سرعت ۱ میلی‌متر بر دقیقه بود<sup>(۲۰)</sup>. جای شکست روکش‌ها توسط مشاهده و میکروسکوپ استریو بررسی و همه‌ی اطلاعات به دست آمده در برگه‌ی اطلاعاتی ثبت شد. سپس، داده‌ها مشخص و پس از تعیین میانگین SD و مشخص شدن توزیع طبیعی از آزمون تی استفاده گردید.

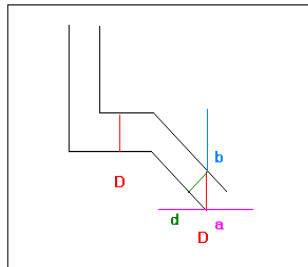


**نمودار ۲** نمودار کاپلان- مایر، میزان درصد مقاومت به شکست در دو طرح تراش چمفر و شولدر



**نمودار ۱** نمودار ارور بار (error bar) میانگین و حدود اطمینان ۹۵ درصد میانگین میزان مقاومت به شکست در دو طرح تراش چمفر و شولدر

تمام سرامیک دارد زیرا همان گونه که در نگاره‌ی ۳ نشان داده شده،  $d = D \cdot \cos b$  &  $d = D \cdot \sin a$  است.



**نگاره‌ی ۳** فاصله‌ی عمودی میان دندان و روکش  $D =$ ، فاصله‌ی افقی میان دندان و روکش  $d =$

با توجه به این که فاصله‌ی افقی مهم‌تر از فاصله‌ی عمودی است و شکاف واقعی میان دندان و روکش را نشان می‌دهد، هر چه فاصله‌ی افقی کمتر باشد هماهنگی و تطابق میان روکش و دندان بهتر خواهد بود. بنابراین، در لبه‌ی چمفر  $d = D \cos 50$  ( $d = D \cdot 0.64$ ) یعنی فاصله‌ی افقی  $>$  فاصله‌ی عمودی اما در لبه‌ی شولدر  $d = D \cdot \cos 0$  یعنی فاصله‌ی افقی = فاصله‌ی عمودی ( $D = d$ )، پس در این شرایط استفاده از طرح تراش شولدر برای رستوریشن‌های تمام سرامیک امکان به وجود آمدن یکپارچگی قوی در بخش لبه‌ها را امکان پذیر نمی‌سازد. بنابراین انتظار می‌رود، که مقاومت به شکست پایین‌تری نسبت به طرح تراش چمفر به دست آید. همچنین، در طرح تراش چمفر مینا با یک

لایه‌ی هیبرید میان عاج و سمان است، که بر روی شرایط بیومکانیکی اثر می‌گذارد ولی از آنجا که در هر دو گروه شرایط یکسان بود نتایج به دست آمده قابل مقایسه بودند.

همچنین در بررسی کنونی، با وجود متفاوت بودن ضخامت لبه‌ها چون ضخامت کور در همه‌ی نمونه‌ها یکسان بود و نیرو تنها بر روی کور وارد می‌شد باز هم نتایج به دست آمده قابل مقایسه بودند. با توجه به این که میزان مقاومت به شکست در هر دو گروه بسیار بالاتر از نیروی درون دهان است<sup>(۲۳)</sup> بنابراین، هر دو طرح تراش می‌توانند به گونه‌ی موفقیت آمیزی استفاده شوند و جایگزینی مناسب برای روکش‌های چینی متصل شده به فلز (PFM) باشند. همچنین، از آنجا که برای سمان کردن این گونه رستوریشن‌ها از سمان‌های رزینی استفاده می‌گردد یک یکپارچگی قوی در این بخش وجود خواهد داشت، که انتظار می‌رود مقاومت به شکست را بالا برد<sup>(۲۴)</sup>.

نتایج نشان داد، که اختلاف آماری معنادار از نظر مقاومت به شکست در این دو طرح تراش وجود دارد و طرح تراش چمفر دارای مقاومت به شکست بالاتری نسبت به شولدر در رستوریشن‌های تمام سرامیکی اینسرام است. شاید این نتایج به دلیل هماهنگی بهتر در لبه‌های طرح چمفر به وجود می‌آید زیرا به نظر می‌رسد در طرح چمفر جای تراش دارای یک خمیدگی و حالت گرد است، که سبب هماهنگی و توزیع بهتر نیروها می‌شود، که در طرح شولدر به علت زاویه‌ی قائمه و خط تراش تیز در جای پایان تراش این حالت وجود نخواهد داشت. بنابراین، به نظر می‌رسد طرح تراش شولدر کم‌ترین هماهنگی را در سیستم‌های

که باز هم با نتایج به دست آمده در این بررسی همخوانی دارد. همچنین در پژوهش دی ایوریو (Di) و همکاران، آشکار گردید، که لبه‌ی شولدر می‌تواند ویژگی‌های بیومکانیکی بهتری در روکش‌های پستی نشان دهد ولی در بررسی کنونی، لبه‌ی چمفر ویژگی‌های بیومکانیکی بهتری را نشان داد<sup>(۹)</sup>. این تفاوت شاید به دلیل استفاده از دای برنجی باشد، که دارای ضریب کشسانی بالاتری نسبت به عاج و دای رزینی دارد<sup>(۲۱)</sup>. نتایج پژوهش کنونی نشان داد، که چمفر دارای مقاومت به شکست بالاتری نسبت به شولدر است، که شاید از دلایل آن یکپارچگی قوی در لبه‌ی چمفر و استفاده از دای رزینی باشد. البته یافتن اپوکسی رزین در ایران و نبودن دستگاه اینسترون در دانشکده‌های دندانپزشکی از مشکلات کار بود ولی شایسته است، که پژوهشی همانند بر روی دیپ چمفر نیز انجام شود.

### نتیجه‌گیری

با توجه به این‌که هر دو طرح تراش مقاومت بسیار بالایی در برابر شکست دارند و میزان نیروی منجر به شکست آنها بسیار بالاتر از میزان نیرویی است که در دهان بر آنها وارد می‌گردد بنابراین، می‌توان نتیجه گرفت که هر دو طرح تراش در مطب قابل استفاده هستند. نظر به این‌که میزان مقاومت به شکست در گروه چمفر بالاتر از شولدر بود انتخاب چمفر پیشنهاد می‌شود.

حالت زاویه دار تراشیده می‌شود که باعث می‌شود پهنای بیشتری از مینا در دسترس آید و باند قرار بگیرد که باعث یکپارچگی بهتر و مقاومت به شکست بالاتر می‌شود. اما در طرح تراش شولدر، مینا به گونه‌ی صاف تراشیده می‌شود بنابراین کمترین میزان مینا در دسترس قرار می‌گیرد که باعث اتصال و یکپارچگی ضعیف‌تر و در نتیجه مقاومت به شکست کمتر می‌شود.

در پژوهشی که توسط کوال و همکاران، انجام گرفت آشکار شد، که نمونه‌های چمفر به عمق ۰/۹ و ۱/۲ میلی‌متر نسبت به شولدر با انتهای گرد و شولدر ۱/۲ میلی‌متر مقاومت به شکست بیشتری دارد<sup>(۱۱)</sup>. در بررسی کنونی نیز، مقاومت به شکست چمفر (۶۱۰/۱۸ نیوتن) بیشتر از شولدر (۵۰۲/۷۲ نیوتن) به دست آمد.

در پژوهشی که توسط دی جاگر و همکاران، انجام گرفت برای پایداری زیاد روکش‌ها در دندان‌های پستی طرح تراش چمفر پیشنهاد شده است<sup>(۱۰)</sup>، که با نتایج به دست آمده در این پژوهش همخوانی دارد. همچنین در پژوهشی که توسط رامرزبرگ و همکاران، انجام گرفت آماده سازی دیواره‌ها با تراش کمتر توسط چمفر ۰/۵ میلی‌متر را دارای بهترین پایداری در روکش‌های بی فلز پستی گزارش کردند<sup>(۱۳)</sup>، که با نتایج به دست آمده در این پژوهش همخوانی دارد.

در پژوهشی که توسط سادان و همکاران، انجام گرفت آشکار گردید، که هر دو گونه لبه‌ی شولدر و چمفر مناسب هستند

\*\*\*\*\*

### References

1. Cuningham et al. Dental Material. 20th ed., MC Grow Hill: UK; 2005. p. 567-589.
2. Ferracane JL. Using posterior composites appropriately. J Am Dent Assoc 1992; 123: 53-58.
3. Etemadi S, Smales RJ. Survival of resin-bonded porcelain veneer crowns placed with and without metal reinforcement. J Dent 2006; 34: 139-145.
4. McLaren EA, White SN. Survival of In-Ceram crowns in a private practice: a prospective clinical trial. J Prosthet Dent 2000; 83: 216-222.
5. Webber B, McDonald A, Knowles J. An in vitro study of the compressive load at fracture of Procera AllCeram crowns with varying thickness of veneer porcelain. J Prosthet Dent 2003; 89: 154-160.
6. Aykul H, Toparli M, Dalkiz M. A calculation of stress distribution in metal-porcelain crowns by using three-dimensional finite element method. J Oral Rehabil 2002; 29: 381-386.

7. Imanishi A, Nakamura T, Ohyama T, Nakamura T. 3-D Finite element analysis of all-ceramic posterior crowns. *J Oral Rehabil* 2003; 30: 818-822.
8. Sadan A, Blatz MB, Lang B. Clinical considerations for densely sintered alumina and zirconia restorations: Part 1. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2005; 25: 213-219.
9. Di Iorio D, Murmura G, Orsini G, Scarano A, Caputi S. Effect of margin design on the fracture resistance of Procera all ceramic cores: an in vitro study. *J Contemp Dent Pract* 2008; 9: 1-8.
10. De Jager N, Pallav P, Feilzer AJ. The influence of design parameters on the FEA-determined stress distribution in CAD-CAM produced all-ceramic dental crowns. *Dent Mater* 2005; 21: 242-251.
11. Cho L, Choi J, Yi YJ, Park CJ. Effect of finish line variants on marginal accuracy and fracture strength of ceramic optimized polymer/fiber-reinforced composite crowns. *J Prosthet Dent* 2004; 91: 554-560.
12. Potiket N, Chiche G, Finger IM. In vitro fracture strength of teeth restored with different all-ceramic crown systems. *J Prosthet Dent* 2004; 92: 491-495.
13. Rammelsberg P, Eickemeyer G, Erdelt K, Pospiech P. Fracture resistance of posterior metal-free polymer crowns. *J Prosthet Dent* 2000; 84: 303-308.
14. Shillingburg Herbert T, Hobo Sumiya, Whitsett Lowell D, Jucobi Richard, Bruckett Susan E. *Fundamentals of fixed prosthodontics*. 3rd ed., Quintessence: America; 1997. p. 139-171.
15. Gavelis JR, Morency JD, Riley ED, Sozio RB. The effect of various finish line preparations on the marginal seal and occlusal seat of full crown preparations. *J Prosthet Dent* 1981; 45: 138-145.
16. Rosentiel S, Land M, Fujimoto J. *Contemporary fixed prosthodontics*. 3rd ed., Mosby: America; 2001. p. 202-230.
17. Zahran M, El-Mowafy O, Tam L, Watson PA, Finer Y. Fracture strength and fatigue resistance of all-ceramic molar crowns manufactured with CAD/CAM technology. *J Prosthodont* 2008; 17: 370-377.
18. Inceram crowns. Dental laboratories LTD .Available at [www.Inceramcrowns.com](http://www.Inceramcrowns.com)
19. Gokce S, Celik-Bagci E, Turkyilmaz I. A comparative in vitro study of the load at fracture of all-ceramic crowns with various thicknesses of In-Ceram core. *J Contemp Dent Pract* 2008; 9: 17-25.
20. Jalalian E, Moghadam L. Compare the fracture resistance of 2 All ceramic systems, IPS e.max, IPS Empress. *J Dent Shiraz Univ* 2008; 9: 51-57.
21. Scherrer SS, de Rijk WG. The fracture resistance of all-ceramic crowns on supporting structures with different elastic moduli. *Int J Prosthodont* 1993; 6: 462-467.
22. Ayad MF. Effect of the crown preparation margin and die type on the marginal accuracy of fiber-reinforced composite crowns. *J Contemp Dent Pract* 2008; 9: 9-16.
23. Gibbs CH, Anusavice KJ, Young HM, Jones JS, Esquivel-Upshaw JF. Maximum clenching force of patients with moderate loss of posterior tooth support: a pilot study. *J Prosthet Dent* 2002; 88: 498-502.
24. Cho HO, Kang DW. Marginal Fidelity and Fracture Strength Of Ips Empress 2(R) Ceramic Crowns According To Different Cement Types. *J Korean Acad Prosthodont* 2002; 40: 545-559.