

## بررسی تطابق لبه‌ای بین دو نوع رستوریشن زیرکونیایی Cercon و Zirkozahn قبل و بعد از پرس‌ن گذاری

دکتر سکینه نیکزاد<sup>۱</sup> - دکتر عباس آذری<sup>۱\*</sup> - مانی ارشراد<sup>۲</sup> - دکتر غزاله ارشراد<sup>۳</sup>

۱- دانشیار گروه آموزشی پروتزهای دندانی، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی تهران، تهران، ایران  
۲- دستیار تخصصی گروه آموزشی جراحی فک و صورت، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی تهران، تهران، ایران  
۳- متخصص پروتزهای دندانی

### Marginal integrity of two zirconia based crowns before and after porcelain veneering

Sakineh Nikzad<sup>1</sup>, Abbas Azari<sup>1\*</sup>, Mani Arashrad<sup>2</sup>, Ghazaleh Arashrad<sup>3</sup>

1\*- Associate Professor, Department of Prosthodontics, School of Dentistry, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran (azari@sina.tums.ac.ir)

2- Post-graduate Student, Department of Maxillofacial Surgery, School of Dentistry, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

3- Prosthodontics

**Background and Aims:** The marginal integrity of fixed restorations always is a major matter of concern for dental clinicians. Any cause of distortion, including veneering processes, in the marginal integrity is supposed to be detrimental for long-term success of fix dental prostheses. The aim of this in vitro study was to compare the marginal adaptation of single full ceramic restoration and possible changes in marginal integrity following the multiple veneering process.

**Materials and Methods:** Twelve all-ceramic crowns in the form of coping were fabricated on a pre-made standard metal die with finish line of shoulder preparation from two commercial systems: Cercon® and Zirkozahn®. The specimens were not cemented. The Crown/Die discrepancy were measured by means of a precise stereo microscope (accuracy±0.1µm), at various points (n=12) selected along circumferential margin of the restorations. Same procedure was accomplished after applying the veneering porcelain. The mean gap dimensions were calculated and data were analyzed by multivariate (b) test.

**Results:** Mean marginal gap dimensions before and after veneering porcelain firing cycles, respectively for Cercon® were (59.67±13.46µm) and (63.75±14.16µm) and for Zirkozahn® were (65.81±24.37µm) and (64.74±21.94µm). Hotelling trace Multivariate(b) test method showed that the rate of mismatching marginal integrity in two groups (Cercon® and Zirkozahn®) had no significant difference before and after porcelain firing (P>0.05).

**Conclusion:** Within the limitation of this study, the marginal integrity of both systems were seems to be within the clinically acceptable standard dimension, i.e. 120µm. The marginal gap of both all-ceramic systems were not affected by veneering porcelain firing cycles.

**Key Words:** Fixed restoration; Dental ceramics; Zirconia

Journal of Dental Medicine-Tehran University of Medical Sciences 2013;26(1):1-7

## چکیده

**زمینه و هدف:** در میان شاخص‌های متعدد موفقیت یک رستوریشن تطابق لبه‌ای اهمیت به سزایی دارد و با توجه به افزایش روزافزون استفاده از رستوریشن‌های تمام سرامیک، بررسی تطابق لبه‌ای در این رستوریشن‌ها لازم به نظر می‌رسد. هدف این مطالعه بررسی و مقایسه تطابق لبه‌ای بین دو نوع کراون زیرکونیایی Cercon و Zirkozahn و تاثیر مراحل متعدد پرسنل گذاری بر روی تطابق لبه‌ای آنها بود.

**روش بررسی:** ابتدا دای فلزی استاندارد، با خط خاتمه تراش شولدر تهیه شد. ۱۲ کوپینگ Cercon و ۱۲ کوپینگ Zirkozahn ساخته شدند و تطابق لبه‌ای نمونه‌ها بدون سمان شدن در ۱۲ نقطه مشخص دور تا دور مارچین به وسیله استریومیکروسکوپ (با دقت  $\pm 0.1 \mu m$ ) اندازه‌گیری شدند. پس از پرسنل گذاری مارژینال گپ به همین نحو اندازه‌گیری شد. شاخص‌های مرکزی و پراکندگی به وسیله آزمون (b) Multivariate محاسبه شدند.

**یافته‌ها:** مارژینال گپ کوپینگ‌های Cercon، ( $59.67 \pm 13.74 \mu m$ ) و بعد از پخت پرسنل ( $65.81 \pm 24.37 \mu m$ ) و کوپینگ‌های Zirkozahn، ( $63.75 \pm 14.16 \mu m$ ) و بعد از پخت ( $64.74 \pm 21.94 \mu m$ ) اندازه‌گیری شد. آزمون آماری (b) Multivariate به روش Hotelling trace نشان داد که میزان عدم تطابق لبه‌ای در دو گروه (Cercon و Zirkozahn) قبل و بعد از پخت پرسنل تفاوت معنی‌داری ندارد ( $P > 0.05$ ).

**نتیجه‌گیری:** در محدوده این مطالعه سیستم‌های Cercon و Zirkozahn تطابق لبه‌ای قابل قبولی دارند و سیکل‌های پخت پرسنل باعث تغییر معنی‌داری در تطابق لبه‌ای آنها نمی‌شود.

**کلید واژه‌ها:** رستوریشن ثابت؛ سرامیک دندانپزشکی؛ زیرکونیا

وصول: ۹۱/۰۵/۰۲ اصلاح نهایی: ۹۲/۰۱/۲۰ تأیید چاپ: ۹۲/۰۱/۳۰

## مقدمه

مکانیکی یا فیزیکی می‌تواند باعث تغییر فاز تترراگونال به مونوکلینیک شده و از پیشرفت ترک جلوگیری کند (۶). این موضوع سبب بالا رفتن استحکام نهایی زیرکونیا شده و استفاده از آن را به عنوان زیر ساختار رستوریشن‌های دندانپزشکی توجیه می‌نماید. به علاوه با به وجود آمدن سیستم‌های CAD/CAM استفاده از سرامیک‌های زیرکونیا توسعه یافته است (۷).

با تمام اینها محل اتصال کروان و دندان همواره به عنوان محلی بالقوه برای بروز پوسیدگی‌های راجعه (Recurrent caries) و بیماری پرپودنتال در اثر حل شدن ماده لوتینگ و ایجاد محل گیر برای تجمع پلاک مطرح بوده است (۱). بدیهی است که هرچه رستوریشن تطابق بیشتری با دندان داشته باشد، امکان ایجاد پوسیدگی‌ها و بیماری پرپودنتال کمتر می‌شود. بنابراین، بررسی تطابق لبه‌ای رستوریشن‌های زیرکونیا همچون دیگر انواع رستوریشن، مهم‌ترین عامل در پروگنوز مناسب و دوام طولانی مدت رستوریشن‌های آنها بوده و از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

مطالعات نشان می‌دهد که تطابق لبه‌ای به میزان ۳۴ تا ۱۲۰ میکرون برای رستوریشن‌های تمام سرامیک مطلوب محسوب می‌شود (۸). هدف از این مطالعه، بررسی و مقایسه تطابق لبه‌ای بین دو نوع کراون زیرکونیایی پرمصرف و تاثیر مراحل پرسنل گذاری بر روی تطابق لبه‌ای آنها بود.

افزایش تقاضای جامعه برای زیبایی بیشتر دندان‌ها از یک سو و مشکلات ذاتی روکش‌های فلز-سرامیک نظیر دیده شدن Collar فلزی سیاه رنگ و تغییر رنگ لثه ناشی از خوردگی فلز از سوی دیگر، سبب شده است تا رستوریشن‌های تمام سرامیک در دندانپزشکی از محبوبیت زیادی بین بیماران برخوردار شوند. در این زمینه سیستم‌های تمام سرامیک بسیاری به بازار معرفی شده‌اند که مطالعه و تحقیق در رابطه با آنها به مرور موجب رفع نقایص آنها گردیده است. توانایی ایجاد ساختاری مشابه دندان از لحاظ رنگ، خصوصیات سطحی مناسب و ترانس لوسنسی جالب توجه در مقایسه با دندان‌های طبیعی موجب می‌شود تا این دسته از رستوریشن‌ها از دندان‌های مجاور خود به سختی قابل تشخیص باشند (۴-۱).

از بین موادی که برای تهیه رستوریشن‌های تمام سرامیک به کار می‌روند، زیرکونیا نشان داده است که می‌تواند از به وجود آمدن ترک در درون خود، به دلیل پلی کریستالین بودن ساختار خود، ممانعت به عمل آورد (۵). زیرکونیا در حرارت محیط در دو فاز تترراگونال و مونوکلینیک یافت می‌شود که تغییر فاز از تترراگونال به مونوکلینیک می‌تواند باعث افزایش حجم آن شود.

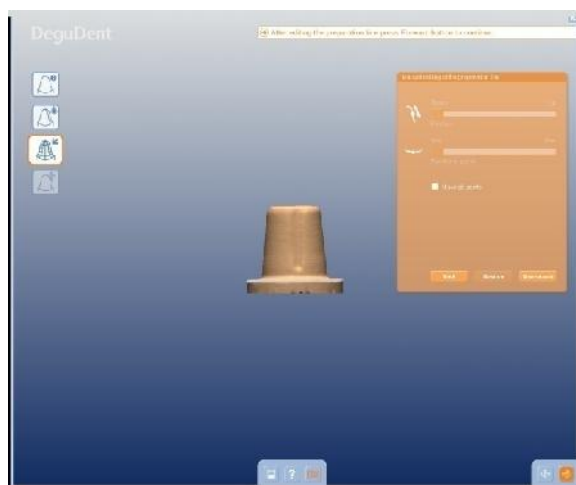
فرم تترراگونال زیرکونیا در درجه حرارت اتاق با کمک اکسید ایتریوم به دست می‌آید (۴،۵). نشان داده شده است که هرگونه استرس

## روش بررسی

(با توجه به اطلاعات مربوط به دای تراش خورده توسط کامپیوتر)، از بلوک زیرکونیایی Pre-sintered جهت تهیه فریم با ضخامت  $0/5$  میلی‌متر تراش داده شد. مراحل Sintering نهایی فریم‌های زیرکونیایی Pre-sintered توسط دستگاه Cercon Heat و در درجه حرارت  $1450$  درجه سانتی‌گراد به مدت ۵ ساعت صورت گرفت.



شکل ۲- مراحل اسکن از دای فلزی توسط Cercon eye



شکل ۳- تهیه مدل سه بعدی از دای فلزی

به منظور ساخت کپی‌های  $Zirkonzahn^{\circledR}$  به روش Copy-Milling در مرحله نخست یک الگوی رزینی با استفاده از کامپوزیت Flowable مخصوص طبق دستور کارخانه سازنده بر روی دای فلزی ساخته شد.

این نمونه به کمک چسب مخصوص و پد پلاستیکی به دستگاه

دای فلزی استاندارد از جنس فولاد زنگ نزن (Stainless steel) با قطر بدنه  $14$  میلی‌متر و طول کلی  $40$  میلی‌متر ساخته شد. دای به گونه‌ای تهیه شد که طول اکلوژوژنژیوال ناحیه تراش خورده  $7/5$  میلی‌متر، قطر ناحیه تراش خورده  $7$  میلی‌متر، خط خاتمه تراش شولدر  $1/5$  میلی‌متر با زاویه تقارب  $6$  درجه در هر طرف که به واسطه پله‌ای به قطر  $2$  میلی‌متر و ارتفاع  $2$  میلی‌متر بر روی قاعده دای قرار می‌گرفت. ضمناً شکافی با ارتفاع  $7$  میلی‌متر (نیم میلی‌متر بالاتر از خط خاتمه تراش) و با عرض  $1$  میلی‌متر به عنوان ضد چرخش (Anti-rotational) به روی دای تعبیه شد. برای کاهش تاثیر متغیرهای مداخله‌گر، مراحل قالب‌گیری و ساخت دای گچی حذف شد تا رستوریشن‌ها مستقیماً بر روی دای فلزی ساخته شوند (شکل ۱).



شکل ۱- دای فلزی استاندارد

جهت ساخت فریم‌های زیرکونیایی از دو دسته متفاوت از این مواد (Cercon, Degudent, Hanu, Germany) و  $(Zirkonzahn^{\circledR}, Schultz, Germany)$  مورد استفاده قرار گرفت. برای  $Cercon^{\circledR}$  اسکن از دای به وسیله دستگاه Cercon eye صورت گرفت (شکل ۲) و مدل سه بعدی دای توسط دستگاه مربوطه ساخته شد (شکل ۳).

برای ضخامت کپی‌های Cercon  $0/5$  میلی‌متر و همینطور برای ضخامت Cement space  $30$  میکرومتر توسط قسمت نرم‌افزاری دستگاه در نظر گرفته شد. کپی‌های زیرکونیایی Cercon

جهت تکرارپذیر بودن نحوه قرارگیری نمونه‌ها زیر میکروسکوپ، وسیله‌ای جهت قرار دادن نمونه‌ها در موقعیت‌های مطلوب از جنس پوتی به گونه‌ای ساخته شد. میزان گپ موجود بین لبه Coping و خط خاتمه تراش دقیقاً قابل مشاهده باشد. فاصله عمودی بین مارژین نمونه‌ها و خط خاتمه تراش در ۱۲ نقطه مشخص (درحالی‌که نمونه بر روی دای فلزی بدون ماده حد واسط بر jig قرار دارد) به وسیله استریومیکروسکوپ با بزرگنمایی ۹۰ برابر بررسی شد. استریومیکروسکوپ مجهز به یک دوربین دیجیتال (DP 72 Olympus, Japan) است که توانایی گرفتن فتوگرافی از نواحی موردنظر را دارا می‌باشد که بعد از تهیه فتوگرافی، خطی مجازی بین لبه Coping و لبه خاتمه تراش توسط مشاهده‌گر رسم و اعداد حاصله برحسب میکرومتر ثبت شدند. درنهایت از هر نمونه ۱۲ عدد به دست آمد که میانگین این اعداد به عنوان مارژینال گپ نمونه منظور گردید.

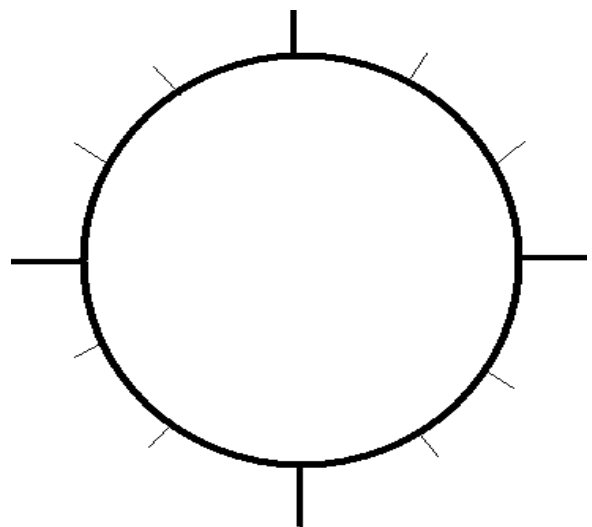
بعد از ثبت اطلاعات موجود، پرسن گذاری با پرسن (Cercon Ceram Kiss (Degudent, Hana, Germany) به رنگ A2 برای کراون‌های زیرکونیایی به ابعاد یکسان (ایندکس تهیه شده از اولین کوپینگ پرسن گذاری شده) در دو مرحله پخت انجام شد. کراون‌ها از لحاظ Marginal gap روی دندان تراش‌خورده با روش ذکر شده بررسی و اندازه‌گیری شدند (شکل ۵).



شکل ۵- ایندکس تهیه شده برای یکنواخت سازی پرسن گذاری

Milling (Zircograph 025 ECO.Zirkonzahn GmbH, Gais, Germany) متصل می‌گردند. پس از پایان تراش، کوپینگ‌های زیر کونیایی Presintered از بلوک جدا شده و به دقت بر روی دای فیت شدند و درنهایت جهت سینترینگ نهایی، ۸ ساعت درون کوره مخصوص (Zirkonzahn 600/V2 Zirkonzahn GmbH Gais, Germany) با دمای ۱۵۰۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند.

پس از ساخت هر دو دسته از فریم‌ها، سطح داخلی آنها ابتدا با پنبه الکل و بخارشور تمیز شدند و سپس با استفاده از سیلیکون‌های light body (Fit cheker, Gc, Japan) تطابق کوپینگ با دای چک شده و نقاط تماس زودرس که مزاحم نشستن کوپینگ روی دای بود توسط فرز روند الماسی (640.0 1.5 D&Z) گردید. کوپینگ‌های زیرکونیایی روی دای فلزی قرار گرفته میزان گپ مابین خط خاتمه تراش و لبه کراون برحسب میکرومتر توسط دستگاه استریومیکروسکوپ (SZX 12 Olympus, Japan) در دوازده نقطه اندازه‌گیری شدند. انتخاب نقاط بدین صورت بود که چهار نقطه باکال پالاتال، میزال و دیستال علامت گذاری شد و بین هر دو نقطه اصلی دو نقطه با فاصله مساوی از دو نقطه انتخاب شد به طوری‌که فواصل این نقاط از هم ۲ میلی‌متر باشد (شکل ۴). نقاط انتخاب شده برای اندازه‌گیری توسط فرز فیشور به روی قاعده دای مطابق شکل ۴ زیر علامت گذاری شدند.



شکل ۴- شکل شماتیک انتخاب نقاط اندازه‌گیری روی دای

## بحث و نتیجه گیری

در کنار فاکتورهای متعدد، تطابق لبه‌ای شاخصی مهم برای تعیین کیفیت یک پروتز ثابت تلقی می‌شود. برای اندازه‌گیری مارژینال گپ فاکتورهایی از قبیل اندازه‌گیری با سمان یا بدون سمان، پروسه Aging بعد از سمان کردن، نوع اباتمنت، نوع میکروسکوپ و محل و تعداد نقاط اندازه‌گیری را مطرح شده است (۲).

در بسیاری از مطالعات ۴ تا ۶ نقطه روی هر کراون برای اندازه‌گیری انتخاب می‌شوند (مثلاً لبیال، مزیال، دیستال و لینگوال) (۱۱-۳). ولی به هر حال ۴ نقطه روی یک دای شاید نتواند نشان‌دهنده مارژینال گپ دقیق روی یک دای باشد و برای دقت بیشتر ۱۲ نقطه برای ارزیابی در نظر گرفته شد.

میانگین مارژینال گپ در تمام نقاط یک دای می‌تواند نشانگر مارژینال گپ در کل کراون باشد و این در حالیست که بعضی تحقیقات نشان می‌دهند که مارژینال گپ در نقاط مختلف یک دای بسیار متفاوت می‌باشد (۱۲) که این ناشی از تفاوت نشست روکش در نواحی مختلف است. این درحالیست که Holmes و همکاران معتقدند که میزان نشست در نواحی مختلف یک کراون تفاوت معنی‌داری ندارد (۱۰) و نتایج مطالعه ما نیز از این فرضیه حمایت می‌کند. تاکنون تکنیک‌های مختلفی برای مشاهده میزان تطابق لبه‌ای در مقالات ذکر شده است نظیر استفاده از میکروسکوپ الکترونی (۱۳)،

استریومیکروسکوپ (۱۵، ۱۴، ۱۱) و تکنیک Resin Replica (۱۶). Groten و همکاران (۱۳) نشان دادند بین داده‌های به دست آمده از میکروسکوپ نوری و الکترونی تفاوت معنی‌داری وجود ندارد و هر دو روش به طور قابل قبولی میزان گپ موجود را اندازه‌گیری می‌کنند. تحقیقات متعددی از استریومیکروسکوپ استفاده نموده‌اند (۱۵، ۱۴، ۱۱) و در این مطالعه نیز از استریومیکروسکوپ جهت مشاهده گپ استفاده شد. اگرچه مارژینال گپ کراون بر روی دای از نظر کلینیکی تیز و واضح به نظر می‌رسد، در زیر میکروسکوپ این مارژینال گپ دیده می‌شود و بنابراین انتخاب نقطه ارزیابی و اندازه‌گیری با میکروسکوپ مشکل می‌باشد (۱۸، ۱۷). تعداد و نقاط اندازه‌گیری و محل آنها هم می‌تواند توجیهی برای متفاوت بودن نتایج در مطالعات مختلف باشد (۱۸، ۱۰، ۱).

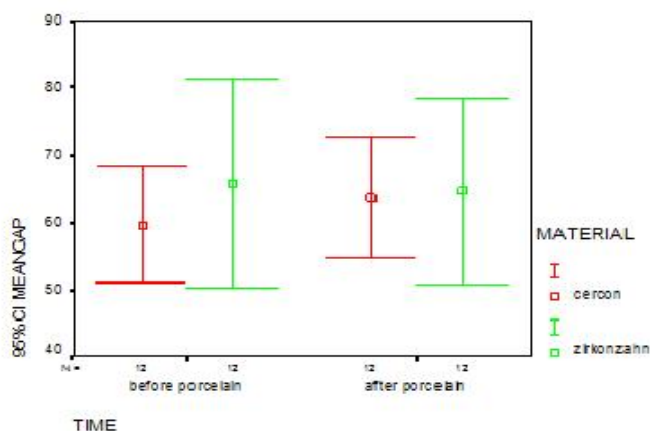
همچنین استفاده از دای فلزی تفاوت بین گروه‌ها را کاهش و باعث ایجاد نمونه‌های با سایز و شکل یکسان می‌شود که در این پژوهش نیز

برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار آماری SPSS نسخه ۱۱/۵ استفاده شد. جهت مقایسه میزان تغییرات متوسط گپ قبل و بعد از پخت پرسنل در دو گروه از آزمون Repeated Measure ANOVA با در نظر گرفتن زمان اندازه‌گیری (قبل و بعد پخت پرسنل) به عنوان Repeated factor و نوع ماده رستوراتیو به عنوان Between subject comparison استفاده شد.

## یافته‌ها

براساس نتایج تحقیق، میزان مارژینال گپ برای Cercon قبل از پخت پرسنل  $59/67 \pm 13/46 \mu m$  و برای Zirkozahn  $65/81 \pm 24/37 \mu m$  بوده است. به همین شکل میزان مارژینال گپ بعد از پخت پرسنل  $63/75 \pm 14/16 \mu m$  و برای Zirkozahn  $64/74 \pm 21/94 \mu m$  برآورد گردید. به منظور مقایسه گپ مارژینال در دو گروه Cercon و Zirkozahn قبل و بعد از پرسنل‌گذاری، از آزمون آماری (b) Multivariate test به روش Hotelling trace استفاده شد. در آزمون Repeated Measure ANOVA اختلاف معنی‌داری بین تغییرات گپ در دو گروه دیده نشد (Hotelling trace interaction  $P=88\%$ ). همچنین در هر گروه بین میزان گپ قبل و بعد پخت پرسنل نیز اختلاف معنی‌داری دیده نشد (Hotelling trace time  $P=92\%$ ) (نمودار ۱).

نتایج این آزمون نشان داد که میزان عدم تطابق لبه‌ای در دو گروه (Cercon و Zirkozahn) قبل و بعد از پخت پرسنل تفاوت معنی‌داری ندارد ( $P>0/05$ ).



نمودار ۱- Errobar میانگین مارژینال گپ کراون‌های Cercon و Zirkozahn قبل و بعد از پرسنل‌گذاری با فاصله اطمینان ۹۵٪

از دای فلزی استفاده شده است.

در مطالعه دیگری Balkaya (۳۰) میزان gap مارژینال قبل و بعد از پخت پرسن را اندازه‌گیری کرد که مقدار آن با مطالعه حاضر متفاوت است که البته این مطالعه روی سرامیک In-Ceram و پرسن‌های فلدسپاتیک انجام گرفته بود.

میزان دیستورشن و تغییر شکل بعد از سیکل پخت پرسن می‌تواند ناشی از ضخامت پرسنی غیریکنواخت باشد و احتمالاً در محل‌هایی با پرسن بیشتر، میزان گپ مارژینال هم بیشتر است و مارژینال گپ بالایی که در باکال و پالاتال بسیاری از مطالعات (۳۲-۳۰، ۶) ذکر شده می‌تواند ناشی از همین موضوع باشد. این درحالیست که پرسن گذاری یکنواخت و با ضخامت یکسان در همه قسمت‌های کوپینگ‌ها می‌تواند نتایج به دست آمده پس از پرسن گذاری در مطالعه حاضر را تایید نماید. همچنین تفاوت در ضخامت پرسن می‌تواند تطابق لبه‌ای بین نمونه‌های یک گروه (۳۳-۳۱، ۲۳) و نمونه‌های بین دو گروه مورد مطالعه را متاثر نماید و عامل اولیه تفاوت در تطابق مارژینال باشد. به همین دلیل در مطالعه حاضر از یک ایندکس سیلیکونی جهت ایجاد کانتورهای یکدست در همه نمونه‌ها استفاده شد.

در حیطه مطالعه حاضر و با در نظر گرفتن مقادیر ذکر شده در مطالعات مختلف، میزان تطابق لبه‌ای روکش‌های Cercon و Zirkozahn در محدوده قابل قبول کلینیکی می‌باشد. نتایج نشان‌دهنده این موضوع است که دقت پروسه لابراتواری، در تطابق لبه‌ای Cercon و Zirkozahn برای استفاده کلینیکی کافی می‌باشد. همچنین به نظر می‌رسد که فرآیند پرسن گذاری بر میزان مارژینال گپ تاثیرگذار نبوده است.

### تشکر و قدردانی

بدین وسیله از زحمات آقای دکتر محمد جواد خرازی فرد، آقای دکتر پوریا مطهری و معاونت پژوهشی دانشگاه تهران تشکر و قدردانی می‌گردد. این مقاله حاصل طرح مصوب دانشگاه علوم پزشکی تهران به شماره ۸۹-۰۴-۶۹-۱۰۷۷۱ می‌باشد.

خط خاتمه تراش توصیه شده برای تطابق لبه‌ای مطلوب کراون‌های تمام سرامیک، شولدر و چمفر می‌باشند (۱۹) و مطالعات نشان داده‌اند که تفاوت معنی‌داری بین خطوط خاتمه تراش شولدر و چمفر وجود ندارد (۲۱، ۲۰، ۱۱، ۷). محققین بسیاری تراش شولدر را برای انواع رستوریشن‌های تمام سرامیکی توصیه می‌کنند (۲۳، ۲۲). در این مطالعه نیز از دای استاندارد با تراش شولدر با عرض ۱/۵ میلی‌متر استفاده شد. میزان زاویه تقارب در مطالعات مختلف از ۶ تا ۱۵ درجه می‌باشد (۲۵، ۲۴). در این مطالعه زاویه تقارب ۶ درجه در نظر گرفته شد. Suarez و Martinez-Rus مارژینال گپ را برای گروه Cercon، ۱۳/۱۵ μm گزارش کردند که با نتایج تحقیق حاضر بسیار متفاوت است (۱۴). Baig و همکاران (۱۱) میزان مارژینال گپ را برای Cercon، ۶۶/۴ μm گزارش کردند که میزان آن به نتایج این تحقیق بسیار نزدیک است ولی میزان انحراف معیار بسیار بالاست و این تفاوت انحراف معیار می‌تواند ناشی از انتخاب دندان پری‌مولر توسط Baig و همکاران (۱۱) و انتخاب دای استاندارد در این پژوهش باشد، همچنین در مطالعه Khorost (۱۶) میزان مارژینال گپ برای Cercon، ۷۲/۱ μm با انحراف معیار ۳۴/۳ μm گزارش شد که مشابه مورد Baig و همکاران (۱۱) می‌باشد. بسیاری از مطالعاتی که روی روکش‌های تمام سرامیکی صورت گرفته، انحراف معیار حدود ۲۰ μm را گزارش می‌کنند (۲۸-۲۶، ۱۰، ۹، ۷). Karatasli و همکاران (۱۵) میزان گپ مارژینال سیستم Zirkozahn را ۱۱۲/۱ μm با انحراف معیار ۲۵/۲ μm گزارش نمودند که میزان گپ زیادتر ولی انحراف معیار آن مانند مطالعه حاضر کم می‌باشد که ممکن است این نزدیکی ناشی از انتخاب اباتمنت ایمپلنت توسط این محقق باشد.

بعضی محققان نشان داده‌اند که تفاوت تطابق لبه‌ای سیستم‌های مختلف سرامیکی به علت تفاوت در نوع ساخت آنهاست و فازهای مختلف پرسن گذاری تاثیر معنی‌داری بر روی تطابق لبه‌ای ندارند (۲۹، ۲۰، ۱۳، ۸-۶) که در مورد مطالعه حاضر نیز همین مطلب صادق بود.

## منابع:

- 1- McLean JW, von Fraunhofer JA. The estimation of cement film thickness by an in vivo technique. *Br Dent J*. 1971;131(3):107-11.
- 2- Beschmidt SM, Strub JR. Evaluation of the marginal accuracy of different all-ceramic crown system after simulation in the artificial mouth. *J Oral Rehabil*. 1999;26(7):582-93.
- 3- Leong D, Chai J, Lautenschlager E, Gilbert J. Marginal fit of machine-milled titanium and cast titanium single crowns. *Int J Prosthodont*. 1994;7(5):440-7.
- 4- Oruc S, Tulunoglu Y. Fit of titanium and a base metal alloy metal-ceramic crown. *J Prosthet Dent*. 2000;83(3):314-8.
- 5- Karlsson S. The fit of Procera titanium crowns. An in vitro and clinical study. *Acta Odontol Scand*. 1993;51(3):129-34.
- 6- Sulaiman F, Chai J, Jameson LM, Wozniak WT. A comparison of the marginal fit of In-Ceram, IPS Empress, and Procera Crowns. *Int J Prosthodont*. 1997;10(5):478-84.
- 7- Pera P, Gilodi S, Bassi F, Carossa S. In-vitro marginal adaptation of alumina porcelain ceramic crowns. *J Prosthet Dent*. 1994;72(6):585-90.
- 8- Vigolo P, Fonzi F. An in vitro evaluation of fit of zirconium-oxide-based ceramic four-unit fixed partial dentures, generated with three different CAD/CAM systems, before and after porcelain firing cycles and after glaze cycles. *J Prosthodont*. 2008;17(8):621-6.
- 9- Hung SH HK, Eick DJ, Chappell RP. Marginal fit of porcelain-fused-to-metal and two types of ceramic crown. *J Prosthet Dent*. 1990;63(1):26-31.
- 10- Holmes JR, Sulik WD, Holland GA, Bayne SC. Marginal fit of castable ceramic crowns. *J Prosthet Dent*. 1992;67(5):594-99.
- 11- Baig MR, Tan KB, Nicholls J. Evaluation of marginal fit of a zirconia ceramic computer-aided machined(CAM) crown system. *J Prosthet Dent*. 2010;104(4):216-27.
- 12- Chan C, Haraszthy G, Geis-Gerstorfer J, Weber H, Huettemann H. Scanning electron microscopic studies of the marginal fit of three esthetic crowns. *Quintessence Int*. 1989;20(3):189-93.
- 13- Groten M, Girthofer S, Pröbster L, Weber H. Marginal fit consistency of copy-milled all-ceramic crowns during fabrication by light and scanning electron microscopic analysis in vitro. *J Oral Rehabil*. 1997;24(12):871-8.
- 14- Martinez-Rus F, Suarez MJ. Evaluation of absolute marginal discrepancy of Zirconia-based ceramics. *J Prosthet Dent*. 2011;105(2):108-14.
- 15- Karatasli O, Kursoglu P, Capa N. Comparison of the marginal fit of different coping materials and design produced by computer aided manufacturing systems. *Dent Mater J*. 2011;30(1):97-102.
- 16- Khorost P, Junghanns J, Dittmer M, Borchers L, Stiech M. Different CAD/CAM - processing routes for zirconia restoration: influence on fitting accuracy. *clin oral investing*. 2010;15(4):527-36.
- 17- Groten M, Axmann D, Probster L, Weber H. Determination of the minimum number of marginal gap measurements required for practical in vitro testing. *J Prosthet Dent*. 2000;83(1):40-9.
- 18- Sorensen JA. A standardized method for determination of crown margin fidelity. *J Prosthet Dent*. 1990;64(1):18-24.
- 19- Bindl A, Mormann WH. Marginal and internal fit of all-ceramic CAD/CAM crown-copings on chamfer preparations. *J Oral Rehabil*. 2005;32(6):441-7.
- 20- Shearer B, Gough MB, Setchell DJ. Influence of marginal configuration and porcelain addition on the fit of In-Ceram crowns. *Biomaterials*. 1996;17(19):1891-5.
- 21- Syu JZ, Byrne G, Laub LW, Land MF. Influence of finish-line geometry on the fit of crowns. *Int J Prosthodont*. 1993;6(1):25-30.
- 22- Goodacre CJ, Campagni WV, Aquilino SA. Tooth preparations for complete crowns: an art form based on scientific principles. *J Prosthet Dent*. 2001;85(4):363-76.
- 23- Shillingburg HT Jr, Hobo S, Fisher DW. Preparation design and margin distortion in porcelain-fused-to-metal restorations. *J Prosthet Dent*. 1973;29(3):276-84.
- 24- Yeo I, Yang J, Lee J. In vitro marginal fit of 3 all ceramic crown system. *J Prosthet Dent*. 2003;90(5):459-64.
- 25- May KB, Russell MM, Razzoog ME, Lang BR. Precision of fit: the Procera AllCeram crown. *J Prosthet Dent*. 1998;80(4):394-404.
- 26- Weaver JD, Johnson GH, Bales DJ. Marginal adaptation of castable ceramic crowns. *J Prosthet Dent*. 1991;66(6):747-53.
- 27- Vahidi F, Egloff ET, Panno FV. Evaluation of marginal adaptation of allceramic crowns and metal ceramic crowns. *J Prosthet Dent*. 1991;66(4):426-31.
- 28- Davis DR. Comparison of fit of two types of all-ceramic crowns. *J Prosthet Dent*. 1988;59(1):12-6.
- 29- Pröbster L, Geis-Gerstorfer J, Kirchner E, Kanjantra P. In vitro evaluation of a glass-ceramic restorative material. *J Oral Rehabil*. 1997;24(9):636-45.
- 30- Balkaya M. Influence of firing cycle on the margin distortion of 3 all ceramic crown system. *J Prosthet Dent*. 2005;93(4):346-55.
- 31- Strating H, Pameijer CH, Gildenhuys RR. Evaluation of the marginal integrity of ceramometal restorations. *J Prosthet Dent*. 1981;46(1):59-65.
- 32- Arnold HN, Aquilino. Marginal adaptation of porcelain margins in ceramometal restorations. *J Prosthet Dent*. 1988;56(4):289-92.
- 33- Faucher RR, Nicholls JI. Distortion related to margin design in porcelain-fused-to-metal restorations. *J Prosthet Dent*. 1980;43(2):149-55.