

بررسی اثر پخت‌های مکرر پرسن روی درز لبه‌ای و تطابق داخلی فریم‌های زیرکونیا با اباتمنت ایمپلنت‌های دندانی

سیدشجاع‌الدین شایق*، امیر قاسمی**، پرویز امینی***، کامیار عباسی****#

* دانشیار گروه پروتزهای دندانی، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه شاهد، تهران، ایران

** استاد گروه ترمیمی و زیبایی، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران

*** دانشیار گروه پروتزهای دندانی، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی کرمان، ایران

**** استادیار گروه پروتزهای دندانی، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی کرمان، ایران

تاریخ ارائه مقاله: ۹۴/۱۱/۱۸ - تاریخ پذیرش: ۹۵/۳/۱۹

The Effect of Multiple Firing on the marginal gap and internal fit of Zirconia Frames to Dental Implant abutments

Sayed Shojaedin Shayegh*, Amir Ghasemi**, Parviz Amini***, Kamyar Abbasi****#

* Associate Professor, Dept of Prosthodontics Dentistry, School of Dentistry, Shahed University, Tehran, Iran

** Professor, Dept of Restorative Dentistry, School of Dentistry, Shahed Beheshty University of Medical Sciences, Tehran, Iran

*** Associate Professor, Dept of Prosthodontics Dentistry, School of Dentistry, Kerman University of Medical Sciences, Iran

**** Assistant Professor, Dept of Prosthodontics Dentistry, School of Dentistry, Kerman University of Medical Sciences, Kerman, Iran

Received: 7 February 2016; Accepted: 8 June 2016

Introduction: Today, the use of all-ceramic restorations in dental implants has increased due to proper structural characteristics and excellent esthetics. For more beauty, zirconia frames might be exposed to repetitive firing cycles due to their unfavorable color, leading to increased lack of restoration compliance. Given the effects of marginal gap on inflammation around fixtures and implant failure, this study aimed to evaluate the effects of porcelain multiple firings on marginal gap and internal fit of zirconia frames to dental implant abutments.

Materials & Methods: In total, 40 abutments were selected and divided into four groups. In the first group, zirconia frames were fabricated at 0.4 mm diameter. The frames were cemented and marginal gap was measured after thermal cycles (magnification: 40X). In addition, the space between the abutment and crown, which was cut with a diamond disc, was measured in order to measure internal fit values (magnification: 40X). While the phases were similarly carried out for the second, third, and fourth groups, the samples were porcelain-fused for two, four, and six times before cementing the implant crown to the abutment, respectively. Moreover, the final porcelain thickness was estimated to be 2 mm, followed by the evaluation of the marginal gap parameters and internal fit values.

Results: In this study, the marginal gap value was reported to be 52-69 micrometers, while the internal fit value was 17-26 micrometers. In terms of marginal gap and internal fit of zirconia frames, no significant difference was observed in the samples after porcelain firing cycles, compared to those with no firing.

Conclusion: According to the results, zirconia was not significantly affected by porcelain firing cycle due to its high mechanical properties, as well as high strength and complete sintering. Moreover, no significant difference was observed in the compliance of zirconia frames with dental implant abutments after multiple firing cycles.

Key words: Marginal gap, internal fit, porcelain firing, abutment, zirconia frames.

Corresponding Author: K-abbasi@kmu.ac.ir, Kamyar.abb@gmail.com

J Mash Dent Sch 2016; 40(3): 223-36.

چکیده

مقدمه: امروزه رستوریشن‌های تمام سرامیکی به دلیل خصوصیات ساختاری مناسب و زیبایی عالی در درمان ایمپلنت دندانی مورد توجه قرار گرفته است. برای دستیابی به زیبایی بیشتر در فریم‌های زیرکونیا با توجه به رنگ نامناسب ممکن است تحت سیکل‌های مکرر حرارتی جهت پخت پرسن قرار بگیرند که این امر ممکن است باعث افزایش میزان عدم تطابق رستوریشن‌ها شود. به دلیل اثرات ثابت شده گپ یا

درز لبه‌ای در ایجاد التهاب دور فیکسچر و شکست ایمپلنت نقش دارد؛ تحقیق حاضر با هدف بررسی اثرات پخت‌های مکرر پرسن در میزان درز لبه‌ای و تطابق داخلی فریم‌های زیرکونیایی با اباتمنت ایمپلنت‌های دندانی انجام شد.

مواد و روش‌ها: ۴۰ اباتمنت انتخاب و در ۴ گروه قرار گرفتند. در گروه اول؛ فریم زیرکونیا با ضخامت 0.4mm ساخته شده. فریم‌ها سمان شده و بعد از انجام چرخه‌های حرارتی، درز لبه‌ای بزرگ‌نمایی $40\times$ اندازه‌گیری شد و برای اندازه‌گیری میزان تطابق داخلی؛ فاصله بین اباتمنت و روکش در نمونه‌ها بریده شده با دیسک الماسی در بزرگ‌نمایی $40\times$ اندازه‌گیری شد. در گروه‌های ۲، ۳ و ۴؛ مراحل همانند گروه ۱ انجام شده ولی نمونه‌ها قبل از سمان کردن روکش روی اباتمنت؛ با استفاده از پرسن به ترتیب ۲ و ۴ و ۶ بار پخته شده و ضخامت نهایی پرسن 2mm باقی ماند. پارامترهای درز لبه‌ای و تطابق داخلی مورد تجزیه و تحلیل گرفت.

یافته‌ها: در کل گروه‌ها در معیار درز لبه‌ای بین ۵۲ تا ۶۹ میکرومتر و در معیار تطابق داخلی بین ۱۷ تا ۲۶ میکرومتر اندازه‌گیری شد. تفاوت‌های معنی‌داری از نظر مقادیر درز لبه‌ای و تطابق داخلی فریم‌های زیرکونیایی با اباتمنت ایمپلنت‌های دندانی در شرایط عدم پخت پرسن و تکرار دفعات پخت آن مشاهده نگردید.

نتیجه‌گیری: زیرکونیا به دلیل خواص مکانیکی و استحکام بالا و نیز سینترینگ کامل تحت تأثیر چرخه پخت پرسن قرار نرفته و تطابق فریم‌های زیرکونیایی با اباتمنت ایمپلنت‌های دندانی در شرایط پخت یا عدم پخت پرسن تغییرات قابل توجهی تجربه نکرده بود.

کلمات کلیدی: درز لبه‌ای، تطابق داخلی، پخت پرسن، اباتمنت، فریم‌های زیرکونیایی.
مجله دانشکده دندانپزشکی مشهد / سال ۱۳۹۵ دوره ۴۰ / شماره ۳: ۳۶-۲۲۳.

مقدمه

رستوریشن‌های تمام سرامیکی به دلیل خصوصیات ساختاری مناسب و زیبایی عالی در درمان‌های ایمپلنت مورد توجه قرار گرفته است.^(۱) فریم‌های زیرکونیایی به علت مزایای نظیر استحکام بالا یک انتخاب عالی برای استفاده در مواد تمام سرامیکی هستند.^(۱) خصوصیات مکانیکی زیرکونیا شامل تطابق بالینی مناسب و مکانیسم سخت شدن انتقالی منحصر به فرد می‌باشد. ولی با توجه به رنگ نامناسب زیرکونیا برای دستیابی به نتایج زیبایی عالی، فریم‌ورک‌ها باید با استفاده از سرامیک‌هایی که خصوصیات مکانیکی آنها در مقایسه با خود فریم‌ورک ضعیف‌تر می‌باشد؛ Layer گردند.^(۲) در فریم‌ورک‌های زیرکونیایی؛ سرامیک پوشاننده با استفاده از تکنیک‌های Build-up لایه‌ای یا Pressing به کار گرفته می‌شود.^(۲) فرآیند لایر کردن باعث بروز تغییراتی روی فرم زیرکونیا نظیر کاهش مقادیر استحکام آن می‌گردد. با وجود این که استرس‌های کششی باقیمانده می‌تواند سرامیک را مستعد شکست اولیه نماید^(۳)؛ کاربرد لایه‌های سرامیکی بیشتر یا

همان پخت‌های مکرر معمولاً برای دستیابی به پارامترهای رنگ و زیبایی و یا کانتور مناسب ضرورت دارد.^(۳) سرامیک‌های زیرکونیایی با استفاده از تکنیک‌های CAD/CAM یا CAM ساخته می‌شود و قابلیت آنها به عنوان مواد زیرساختار با استحکام بالا به تأیید رسیده است.^(۴-۵) همچنین؛ سرامیک‌های زیرکونیایی استحکام شکست بالا و محدوده تغییرات استحکام اندک و پایایی ساختاری بالایی دارند.^(۶)

تطابق روکش با اباتمنت در رستوریشن‌های دندانی یکی از معیارهای موفقیت بالینی این درمان‌ها بوده و تلاش‌های متعددی به عمل آمده تا میزان گپ لبه‌های رستوریشن به حداقل رسانده شود.^(۷) تطابق روکش‌ها معمولاً از طریق اندازه‌گیری گپ بین دندان تراش یافته وسطوح رستوریشن محاسبه می‌شود^(۸،۹) و فاصله خطی از خط خاتمه‌ی تراش Cavosurface در تراش تا مارجین رستوریشن نیز تحت عنوان تغییرات مارجینال مطلق نامیده می‌شود.^(۱۰،۱۱) با این حال؛ امکان برآورد گپ مارجینال از طریق یک تعریف خاص مقدور نمی‌باشد.^(۱۲) در صورت

ایمپلنت و از آنجا که فریم‌های زیرکونیایی در اباتمنت‌ها با معمولاً حداقل ضخامت ساخته می‌شوند؛ ضرورت بررسی اثرات پخت‌های مکرر پرسن در میزان درز لبه‌ای و تطابق داخلی فریم‌های زیرکونیایی با اباتمنت ایمپلنت‌های دندانی مورد تأکید قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها

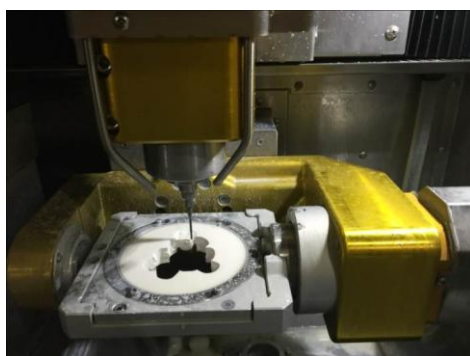
در این تحقیق تجربی آزمایشگاهی، ۴۰ عدد اباتمنت سایز ۵/۸ مدل SM از شرکت DIO با شماره (SAC5814T) برای بررسی به صورت تصادفی ساده انتخاب شدند. برای اطمینان از اینکه نمونه‌ها دارای چه مقدار اختلاف با یکدیگر هستند؛ علاوه بر مکاتبه با شرکت و دریافت مقادیر متنوع نرمال اباتمنت‌های شرکت؛ تمامی نمونه‌ها با استفاده از کولیس دیجیتال میتویو (Mitutoyo America Corporation, Aurora, USA) با دقت (± 1 میکرون) در دو نقطه مشخص روی اباتمنت‌ها اندازه‌گیری و به طور تصادفی به چهار گروه تقسیم شدند. اباتمنت‌ها با استفاده از یک جیگ پلاستیکی استاندارد و توسط آکريل شفاف ثابت شدند. قرار گرفتن اباتمنت در آکريل باید به گونه‌ای انجام می‌شد که سطح اکلوزال اباتمنت موازی بر سطح افق واقع می‌گردید. پودر و مایع در ظرف شیشه‌ای مخلوط شده و سپس؛ در داخل جیگ پلاستیکی ریخته شده و Cone اباتمنت در مرکز جیگ قرار داده شد. به دلیل حرارت زیاد ناشی از پلیمریزاسیون آکريل؛ مجموعه‌ها در داخل آب گذاشته شدند تا آکريل سختی نهایی خود را به دست آورد (تصویر ۱).

عدم موفقیت در برقراری تطابق روکش با اباتمنت؛ بروز عوارضی مانند التهاب لثه، عفونت بافت‌های اطراف ایمپلنت‌ها و در نهایت، شکست درمان محتمل است.^(۱۲) برخی شواهد نیز نشان دهنده تجمع پلاک، افزایش ایندکس جنجیوال و افزایش عمق پاکت در رستوریشن‌های با تطابق بالینی ضعیف می‌باشد.^(۱۴و۱۵) تغییر در میکروفلور زیرلثه‌ای نیز با تطابق ضعیف مارژینال مرتبط دانسته شده است.^(۱۶)

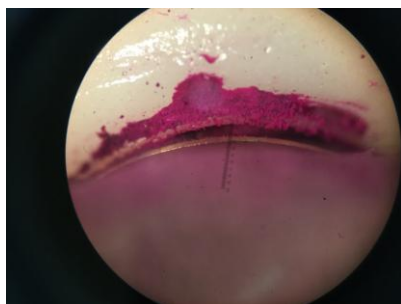
تطابق ریختگی‌ها نتیجه فاکتورهای متعددی است که با خصوصیات داخلی مواد و تکنیک‌های بالینی ارتباط دارد، طوری که اگر همه متغیرها در جهت حصول یک تطابق کامل به دقت کنترل شوند، رستوریشن در صورت عدم وجود فضای کافی برای ماده چسباننده یا سمان نمی‌تواند به طور کامل بنشیند.^(۱۷)

میزان تطابق مارجینال در رستوریشن‌های تمام سرامیکی در حد ۱۶۰-۱۹ میکرون گزارش شده است.^(۱۸و۱۲و۱۱) همچنین؛ میزان گپ قابل قبول در یک مورد تا حد ۱۲۰ میکرون^(۱۹) و در تحقیقات دیگر^(۲۰و۲۱)؛ تا حد ۱۰۰ میکرون قابل قبول گزارش شده است. البته، درباره‌ی نحوه‌ی اندازه‌گیری گپ نظرات مختلفی وجود دارد. Sorensen^(۲۲) گپ را به دو بخش عمودی و افقی تقسیم‌بندی کرده است و Holmes و همکاران^(۱۰) نیز؛ گپ را به صورت فاصله بین سطح داخلی رستوریشن و سطح خارجی تراش دندان تعریف کردند. علاوه بر این؛ Groten و همکاران^(۲۰) تا ۳۰ درجه اختلاف با مسیر مشاهده گپ در تکنیک Holmes را قابل قبول دانسته و نشان دادند نتایج اندازه‌گیری گپ با میکروسکوپ نوری و الکترونی تفاوت معنی‌داری نداشته و با استفاده از هر دو روش می‌توان گپ را با دقت کافی اندازه‌گیری کرد. با توجه به اثرات وجود گپ یا درز در ایجاد التهاب لثه و شکست

در ابتدا؛ میزان درز لب‌های در نمونه‌ها اندازه‌گیری شد. قبل از مشاهده درز توسط استریومیکروسکوپ؛ نمونه‌ها توسط آب شسته شدند تا اگر دبری روی آنها وجود داشته باشد، این دبری‌ها حذف گردند. سپس؛ درز لب‌های در ۱۲ ناحیه یکسان و در تک‌تک نمونه‌ها با استفاده از استریومیکروسکوپ (Steriomicroscop Carton) با بزرگ‌نمایی ۴۰ برابر اندازه‌گیری شد.^(۳۲) (تصویر ۳)

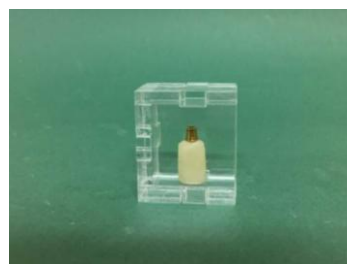


تصویر ۲: دستگاه CAD/CAM شرکت AXSYS در حال تراش فریم‌های زیرکونیا



تصویر ۳: نمونه اندازه‌گیری میزان Marginal gap با بزرگ‌نمایی ۴۰ برابر

عرض درز به عنوان کوتاه‌ترین فاصله بین اباتمنت و روکش در نقاط تعیین شد در نظر گرفته شده و برای اطمینان از صحت اندازه‌گیری‌ها؛ هر نقطه ۳ بار و کلاً



تصویر ۱: نمونه اباتمنت مانت شده در آکريل

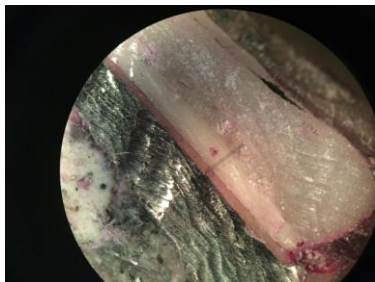
در مجموع؛ تعداد ۴۰ عدد اباتمنت به صورت کاملاً تصادفی در ۴ گروه و ۱۰ بار تکرار به شرح ذیل بررسی شدند.

در گروه اول؛ فریم زیرکونیا با حداقل ضخامت $(0.4/0.3)^{(30)}$ و با استفاده از دستگاه CAD-CAM شرکت AXSYS طبق دستورالعمل کارخانه‌ی سازنده آماده شد (تصویر ۲). بدون کاربرد Layering پرسن، نمونه‌ها با استفاده از سمان (Kuraray Medical Inc. Tokyo, Japan) Panavia F2⁽³¹⁾ و طبق دستورالعمل کارخانه سازنده آماده و روی اباتمنت‌ها قرار گرفتند. اضافات سمان پس زده شده از لب‌ها نیز توسط یک میکروبراش برداشته شده و در حالی که یک وزنه استاندارد یک کیلوگرمی روکش را در محل نگه داشته بود؛ فرآیند کیور کردن طبق دستور کارخانه‌ی سازنده سمان انجام شد. اضافات سمان پس زده شده در لب‌ها با استفاده از توربین الماسی Superfine همراه با فشار آب و هوا از لب‌ها حذف گردید. سپس؛ نمونه‌ها ۳۰۰۰ دور تحت فرآیند چرخه‌های حرارتی قرار گرفتند؛ طوری که در هر سیکل ۱ دقیقه در آب سرد 5°C و ۳۰ ثانیه خارج از ظرف آب و نیز ۱ دقیقه در آب گرم 55°C قرار گرفتند. بعد از آن؛ با هدف مشخص ساختن سمان کامپوزیتی بین روکش و اباتمنت؛ نمونه‌ها ۴۸ ساعت در فوشین بازی ۰/۲ درصد قرار داده شدند.

پرسلن ۲ میلی‌متر باقی ماند. یک جیگ آکريل نوری هم برای مشابه‌سازی ضخامت پرسلن به کار گرفته شد.



تصویر ۴: نمونه‌ی اباتمنت برش خورده



تصویر ۵: اندازه‌گیری میزان درز لبه ای با بزرگ‌نمایی ۴۰ برابر

در گروه چهارم؛ تمام مراحل مشابه گروه اول انجام شد؛ فقط با این تفاوت که نمونه‌ها قبل از سمان کردن روکش روی اباتمنت؛ با استفاده از پرسلن شرکت Noritake مدل CZR و رنگ D2؛ طبق دستورالعمل کارخانه سازنده ۶ مرتبه پخته شده و ضخامت نهایی پرسلن هم ۲ میلی‌متر باقی ماند. در این گروه هم؛ یک جیگ آکريل نوری برای مشابه‌سازی ضخامت پرسلن به کار گرفته شد برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار آماری SPSS (Statistical package for social sciences) با

توسط یک نفر اندازه‌گیری شد. در مرحله بعدی؛ میزان تطابق داخلی نمونه‌ها اندازه‌گیری شد. برای این منظور؛ نمونه‌ها از وسط برش خورده و به دو نیمه تقسیم شدند. از این جهت؛ قبل از برش لازم بود نمونه‌ها در آکريل شفاف ثابت گردند. بنابراین؛ نمونه‌ها در قالب‌های فلزی مخصوص قرار داده شدند، طوری که کل روکش در آکريل مدفون گردد.

بعد از سفت شدن آکريل، نمونه‌ها خارج شده و در دستگاه برش قرار گرفتند. نمونه‌ها با استفاده از دیسک الماسی با قطر ۶/۰mm همراه با جریان آب که برای خنک کردن نمونه و دستگاه بر روی تیغه در حال برش ریخته می‌شد، از وسط به دو نیم تقسیم شدند (تصویر ۴). سپس؛ فاصله بین اباتمنت و روکش که توسط سمان پر شده بود؛ در ۷ نقطه و توسط استریومیکروسکوپ با بزرگ‌نمایی ۴۰ برابر اندازه‌گیری شد (تصویر ۵). بیرونی‌ترین نقطه‌ای که اندازه‌گیری می‌شد، حداقل ۵۰ میکرومتر با مارژین خارجی فاصله داشت؛ تا در مواردی که سمان اضافه بیرون زده شده باشد، خطای مشاهده‌ایی روی ندهد.^(۳۲)

در گروه دوم؛ تمام مراحل مشابه گروه اول بود فقط با این تفاوت که نمونه‌ها قبل از سمان کردن روکش روی اباتمنت؛ با استفاده از پرسلن شرکت Noritake مدل CZR و رنگ D2 و طبق دستورالعمل کارخانه‌ی سازنده دو مرتبه پخته شده و ضخامت نهایی پرسلن ۲ میلی‌متر باقی ماند. یک جیگ آکريل نوری برای مشابه‌سازی ضخامت پرسلن به کار گرفته شد.

در گروه سوم؛ تمامی مراحل مشابه گروه اول بوده است؛ فقط با این تفاوت که نمونه‌ها قبل از سمان کردن روکش روی اباتمنت با استفاده از پرسلن شرکت Noritake مدل CZR و رنگ D2 طبق دستورالعمل کارخانه سازنده ۴ مرتبه پخته شده و ضخامت نهایی

گردید (جدول ۱). طبق نتایج آزمون آنالیز واریانس یک‌طرفه؛ تفاوت آماری معنی‌داری از نظر میزان درز لبه‌ای بین فریم‌های زیرکونیایی با اباتمنت ایمپلنت‌های دندان‌های متعاقب دفعات پخت پرسن به تعداد ۲؛ ۴ و ۶ بار یا عدم پخت پرسن مشاهده نگردید ($P=0/09$) از طرف دیگر؛ در شرایط عدم پخت پرسن؛ میزان تطابق داخلی بین فریم‌های زیرکونیایی با اباتمنت ایمپلنت‌های دندان‌های برابر $19/5 \pm 2/72$ میکرومتر؛ در ۲ بار پخت پرسن برابر $20/3 \pm 2/11$ میکرومتر؛ در ۴ بار پخت پرسن معادل $21/8 \pm 2/49$ میکرومتر و در ۶ بار پخت پرسن؛ میزان تطابق داخلی بین فریم‌های زیرکونیایی با اباتمنت ایمپلنت‌های دندان‌های برابر $21/8 \pm 1/93$ میکرومتر برآورد گردید (جدول ۲). طبق نتایج آزمون آنالیز واریانس یک‌طرفه؛ تفاوت معنی‌داری از نظر مقادیر تطابق داخلی بین فریم‌های زیرکونیایی با اباتمنت ایمپلنت‌های دندان‌های در دفعات پخت پرسن (۲، ۴ و ۶) بار یا در شرایط عدم پخت پرسن مشاهده نگردید ($P=0/08$).

ویرایش ۲۰ استفاده شد. ابتدا، شاخص‌های میانگین و انحراف معیار و سایر شاخص‌های پراکندگی مرکزی مقادیر درز لبه‌ای و تطابق داخلی فریم‌های زیرکونیایی با اباتمنت ایمپلنت‌های دندان‌های در شرایط عدم پخت پرسن و دفعات مختلف پخت آن (۲، ۴ و ۶ بار) محاسبه و گزارش گردید. مقادیر پارامترهای درز لبه‌ای و تطابق داخلی فریم‌های زیرکونیایی با اباتمنت ایمپلنت‌های دندان‌های در شرایط مختلف با استفاده از آزمون آنالیز واریانس یک‌طرفه: One-sided analysis of variance: (ANOVA) مورد قضاوت آماری قرار گرفت.

یافته‌ها

در شرایط عدم پخت پرسن؛ میزان درز لبه‌ای بین فریم‌های زیرکونیایی با اباتمنت ایمپلنت‌های دندان‌های برابر $58/6 \pm 3/37$ میکرومتر؛ در ۲ بار پخت پرسن معادل $59/9 \pm 3/18$ میکرومتر؛ در ۴ بار پخت پرسن برابر $61/1 \pm 3/98$ میکرومتر و متعاقب ۶ بار پخت پرسن؛ میزان درز لبه‌ای بین فریم‌های زیرکونیایی با اباتمنت ایمپلنت‌های دندان‌های معادل $62/4 \pm 2/91$ میکرومتر برآورد

جدول ۱: میانگین و انحراف معیار مقادیر درز لبه‌ای بین فریم‌های زیرکونیایی با اباتمنت ایمپلنت‌های دندان‌های در دفعات مختلف تکرار فرآیند پخت

پرسن					
دفعات پخت پرسن	تعداد	میانگین (میکرومتر)	انحراف معیار	حداقل (میکرومتر)	حداکثر (میکرومتر)
بدون پخت	۱۰	۵۸/۶	۳/۳۷	۵۲/۰	۶۳/۰
۲ بار پخت	۱۰	۵۹/۹	۳/۱۸	۵۶/۰	۶۵/۰
۴ بار پخت	۱۰	۶۱/۱	۳/۹۸	۵۴/۰	۶۸/۰
۶ بار پخت	۱۰	۶۲/۴	۲/۹۱	۵۸/۰	۶۹/۰
نتیجه آزمون آنالیز واریانس			$P=0/09$	$F=2/309$	

جدول ۲: شاخص‌های پراکنندگی مرکزی مقادیر تطابق داخلی بین فریم‌های زیرکونیایی با اباتمنت ایمپلنت‌های دندانی در دفعات مختلف تکرار

فرآیند پخت پرسن					
دفعات پخت پرسن	تعداد	میانگین (میکرومتر)	انحراف معیار	حداقل (میکرومتر)	حداکثر (میکرومتر)
بدون پخت	۱۰	۱۹/۵	۲/۷۲	۱۷/۰	۲۵/۰
۲ بار پخت	۱۰	۲۰/۳	۲/۱۱	۱۸/۰	۲۴/۰
۴ بار پخت	۱۰	۲۱/۸	۲/۴۹	۱۸/۰	۲۶/۰
۶ بار پخت	۱۰	۲۱/۸	۱/۹۳	۱۹/۰	۲۵/۰
نتیجه آزمون آنالیز واریانس		$P=۰/۰۸$		$F=۲/۴۰۹$	

بحث

تطابق مارجینال رستوریشن‌های دندانی نیز یکی از معیارهای مهم در تطابق روکش با اباتمنت بوده و می‌تواند نقش اساسی در طول عمر رستوریشن داشته باشد. با افزایش فضای مارژینال، مواد سمایی بیشتری در معرض محیط دهان قرار می‌گیرند. به علت حلالیت اکثر سمان‌های دندانی، پلاک باکتریایی در این ناحیه تجمع یافته، باعث التهاب لثه و در نهایت شکست پروتزی می‌گردد.^(۱۰) بر اساس تحقیقات انجام شده، نرخ ماندگاری و موفقیت ۵ ساله روکش‌های زیرکونیای متکی بر ایمپلنت‌های دندانی، عالی و روکش‌های متکی بر دندان، خوب می‌باشد. البته این نتایج بر اساس مرور تعداد کمی از مقالات انجام شده و ضرورت بررسی بیشتر را مخصوصاً در زمینه ایمپلنت‌های دندانی بیشتر می‌کند. همچنین مهم‌ترین رکن در موفقیت طولانی مدت یک رستوریشن تطابقی است که بعد از سمان کردن یک پروتز به دست می‌آید^(۹) یکی از اهداف این تحقیق بررسی این متغیر بوده است.

تعداد نقاط اندازه‌گیری در هر رستوریشن برای بررسی تطابق داخلی و مقادیر درز لبه‌ای متفاوت گزارش شده است. Groten و همکاران^(۱۳)؛ پیشنهاد کردند در شرایط ایده‌آل، ۵۰ نقطه یا حداقل تعداد ۲۵-۲۰ نقطه باید از این جهت در هر کراون اندازه‌گیری شود. البته نتایج محاسبات روی ۱۲-۴ نقطه در سیستم‌های مختلف روکش یا فرآیندهای ساخت موفق کافی بوده و دقت محاسبات در آنها نیز با افزایش تعداد نمونه‌ها بهبود پیدا کرده بود.^(۱۳) در اکثر مطالعات؛ تعداد ۱۰-۵ نمونه برای هر یک از گروه‌ها به کار گرفته شده است.^(۳۳-۱۱) در تحقیق Balkaya و همکاران^(۲۷)؛ تعداد ۱۸ نقطه برای اندازه‌گیری انتخاب شده و ۱۰ نمونه هم در هر گروه بررسی شدند. در تحقیق حاضر نیز؛ تعداد ۱۰ نمونه در هر یک از گروه‌ها بررسی شد و برای برآورد مقادیر درز لبه‌ای، ۱۲ نقطه و برای بررسی مقادیر تطابق داخلی، ۷ نقطه بررسی شدند که به نظر می‌رسد دقت و تعمیم‌پذیری کافی داشته باشد.^(۳۷)

مختلف در اطراف مارجین‌های رستوریشن تفاوت‌های معنی‌داری با یکدیگر نداشته است. از این رو؛ شاید بتوان گفت هیچ تفاوتی از نظر مقادیر تطابق مارجینال و درز لب‌های بین فریم‌های زیرکونیا و اباتمنت ایمپلنت‌های دندان‌های در نقاط مختلف اندازه‌گیری در رستوریشن‌ها در تحقیق حاضر وجود نداشته است؛ کما اینکه متعاقب انجام سیکل‌های مختلف پخت پرسن نیز؛ تفاوت‌های قابل توجهی از نظر میزان تطابق مارجینال نمونه‌ها در گروه‌های مختلف مشاهده نگردید.

در تحقیق حاضر و در شرایط عدم پخت پرسن؛ میزان درز لب‌های بین فریم‌های زیرکونیایی با اباتمنت ایمپلنت‌های دندان‌های در مجموع؛ هیچ تفاوت معنی‌داری از نظر مقادیر درز لب‌های و تطابق داخلی فریم‌های زیرکونیایی با اباتمنت ایمپلنت‌های دندان‌های در شرایط عدم پخت پرسن و تکرار دفعات پخت آن مشاهده نگردید؛ هرچند با افزایش دفعات پخت میزان عدم تطابق به اندازه بسیار محدودی افزایش یافته بود که این افزایش‌ها بسیار جزئی و قابل اغماض بودند. همچنین؛ تمامی مقادیر درز لب‌های و تطابق مارجینال در گروه‌های مختلف در محدوده قابل قبول از نظر بالینی قرار داشته.

تا به حال؛ تحقیقی روی میزان درز لب‌های و تطابق داخلی فریم‌های زیرکونیایی با اباتمنت ایمپلنت‌های دندان‌های متعاقب سیکل‌های مختلف پخت پرسن انجام نشده است. Balkaya و همکاران^(۲۷)؛ اثرات سیکل‌های گداخت گل‌یز و پرسن در میزان تطابق سه نوع کراون تمام-سرامیک را بررسی کردند و برعکس نتایج تحقیق حاضر نشان دادند سیکل گداخت پرسن در مقادیر تطابق مارجینال تمامی روکش‌های تمام-سرامیک موثر بوده ولی سیکل گداخت گل‌یز هیچ تأثیری در آن نداشته است.

در تحقیق Keshvad و همکاران^(۲۹)؛ برای بررسی میزان درز لب‌های در نمونه‌های اینله سرامیکی؛ کمترین فاصله بین اینله سرامیکی با مینای دندان، در ۱۲ نقطه برای هر نمونه و برای بررسی میزان تطابق داخلی؛ فاصله بین ترمیم با دندان در ۷ نقطه اندازه‌گیری گردید. طبق تعریف استاندارد ISO در سال ۱۹۹۴؛ معیار اندازه‌گیری درز لب‌های به عنوان بیشترین فاصله بین لبه ترمیم و دندان تعیین شده است.^(۳۸) برخی محققان نیز از ضخامت سمان استفاده شده برای چسباندن ترمیم به منظور برآورد میزان تطابق رستوریشن استفاده کرده‌اند.^(۳۹) با وجود این که ماده چسباننده با هدف پرکردن فاصله بین ترمیم و دندان به کار رفته و ضخامت آن هم می‌تواند ملاکی برای ارزیابی تطابق رستوریشن باشد؛ ولی از آنجا که در برخی نواحی سمان کاملاً جریان نیافته و فضای مابین ترمیم و دندان را پوشش نمی‌دهد؛ بنابراین تنها اندازه‌گیری عرض سمان برای برآورد مقادیر درز لب‌های یا تطابق داخلی ترمیم کافی نخواهد بود. البته، اندازه‌گیری فاصله بین فریم‌های زیرکونیایی و اباتمنت‌ها مشکلات خاص خود را داشت که برای تشخیص این فاصله؛ نمونه‌ها در محلول فوشین بازی ۰/۲ درصد قرار گرفتند تا رنگ گرفته و محاسبه فاصله فریم‌ها و اباتمنت‌ها تسهیل گردد.

میانگین مقادیر درز لب‌های و تطابق مارجینال در کل محاسبات روی نمونه‌ها نشان دهنده میزان آن در کل رستوریشن می‌باشد؛ هرچند ممکن است تغییرات مارجینال رستوریشن در موقعیت‌های مختلف آن متفاوت باشد.^(۴۰) البته میزان تطابق مارجینال در هر یک از موقعیت‌های مورد بررسی ممکن است به دلیل Distortion غیریکنواخت Substructure طی فرآیند پخت پرسن^(۴۱) و فرم نامتقارن مارجین‌های کوپینگ^(۴۲) تغییر پیدا کند. Holmes و همکاران^(۴۱)؛ گزارش کردند میزان تطابق در موقعیت‌های

این مارچین‌ها گرد تداعی شده و مشکلاتی در انتخاب نقاط مورد نظر برای اندازه‌گیری مدخل مارچینال ایجاد می‌نماید.^(۱۳ و ۲۲) همچنین؛ تعداد نقاط اندازه‌گیری و موقعیت مختلف آنها می‌تواند تفاوت‌های موجود در نتایج تحقیقات مختلف را توجیه نماید.^(۱۱ و ۲۵)

موضوع مهم دیگر که در پیشینه‌های تحقیقاتی درباره مقادیر متفاوت گپ مارچینال به آن اشاره شده است، اینکه برخی محققان، روکش‌ها را بعد از سمان کردن از نظر تطابق لبه‌ای ارزیابی کرده‌اند^(۱۱ و ۲۲)؛ براین اساس، شاید بتوان گفت هدف مطالعات اشاره شده اندازه‌گیری ضخامت فیلم (Film thickness) سمان از دیدگاه بالینی بوده است. با این حال، تردیدی نیست در مطالعات انجام شده در زمینه‌ی مقادیر درز لبه‌ای، هدف بالینی همان ارزیابی میزان دقت سیستم‌های سرامیکی و کامپوزیتی خاص می‌باشد و اندازه‌گیری ضخامت فیلم‌های سمان، ممکن است احتمال تهیه گزارش دقیق درباره‌ی دقت اولیه سیستم را به واسطه‌ی برخورد با فرآیندهای لابراتواری پیچیده‌تر با شک و تردید همراه نماید. همچنین، اندازه‌گیری تفاوت‌های موجود در روش‌های مختلف سمان کردن شامل ارزیابی اثرات دو سیستم یعنی سیستم ترمیمی و فرآیند سمان کردن خواهد بود. بنابراین، محقق باید یک معادله دوجوهلی را در این زمینه حل نمایند. تردیدی نیست که خطاهای سیستماتیک و آماری اضافی مرتبط با فرآیند سمان کردن نیز در این زمینه وجود داشته و دقت نتایج محدود خواهد شد. علاوه بر موارد فوق، نوع میکروسکوپ و بزرگنمایی آن، موقعیت و تعداد اندازه‌گیری‌ها، نوع دای استفاده شده در تحقیقات مختلف و اندازه‌گیری در قبل و بعد از سمان کردن همگی می‌توانند نتایج تحقیقات مختلف را تحت تأثیر قرار دهند. همچنین، در تکنیک‌هایی که ضخامت مقطع عرضی در

با وجود عدم دسترسی به یک استاندارد معتبر؛ Christensen^(۲۴)؛ میزان قابل قبول تطابق مارچینال در موقعیت‌های تحت لته‌ای در شرایط بالینی را در محدوده ۱۱۹-۳۴ میکرومتر گزارش کردند؛ در حالی که محدوده فوق لته‌ای تطابق مارچینال توسط ایشان معادل ۵۱-۲ میکرومتر برآورد گردید. McLeam و Fraunhofer^(۲۵)؛ میزان درز لبه‌ای قابل قبول از نظر بالینی را در حد ۱۲۰ میکرومتر برآورد کرد. همزمان Barakat و Lofstrom^(۴۷)؛ کراون‌های با تطابق مناسب از نظر بالینی را با استفاده از میکروسکوپ بررسی و تغییرات مارچینال آنها را در حد ۶۵-۷ میکرومتر گزارش کردند. با در نظر گرفتن مقادیر گزارش شده‌ی فوق؛ نتایج تحقیق حاضر در شرایط مختلف بدون پخت پرسلن و در تکرار دفعات مختلف پخت پرسلن، همگی در محدوده قابل قبول قرار داشته است. تفاوت‌هایی که از نظر مقادیر تطابق مارچینال رستوریشن‌ها در مطالعات مختلف دیده می‌شود؛ ممکن است با روش‌های اندازه‌گیری تطابق^(۴۶)؛ نوع میکروسکوپ و فاکتور بزرگنمایی به کار رفته برای محاسبات؛ موقعیت نقاط^(۴۶) و تعداد دفعات اندازه‌گیری؛ نوع دای به کار رفته برای انجام محاسبات و نیز انجام محاسبات روی روکش‌های سمان شده یا سمان نشده^(۱۲) مرتبط باشد.

تا به حال؛ روش استاندارد برای اندازه‌گیری مقادیر تطابق مارچینال پیشنهاد نشده است.^(۲۲) همچنین؛ موقعیت‌های انتخاب شده برای اندازه‌گیری تطابق مارچینال در روی رستوریشن ممکن است در تحقیقات مختلف متفاوت داشته^(۱۳) همچنین خود تطابق احتمال دارد با استفاده از روش‌های مختلفی محاسبه گردد.^(۳۵) با وجود اینکه مارچین‌های روکش و اباتمنت ممکن است از نظر بالینی تیز باشد، ولی هنگام مشاهدات میکروسکوپ؛

Hung و همکاران^(۴۱)؛ اثرات منفی قرار گرفتن در چرخه‌های حرارتی در مقادیر تطابق مارجینال روکش‌ها را مورد تأکید قرار دادند؛ هرچند Beschmidt و Strub^(۱۲)؛ اثرات معنی‌داری از فرآیندهای Aging در میزان تطابق مارجینال مشاهده نکردند.

در تحقیق حاضر؛ از استریومیکروسکوپ با بزرگ‌نمایی ۴۰ برابر برای اندازه‌گیری مقادیر درز لب‌های و تطابق مارجینال فریم‌های زیرکونیایی با اباتمنت‌های ایمپلنت‌های دندانی استفاده شد. Pera و همکاران^(۳۴)؛ از استریومیکروسکوپ با بزرگ‌نمایی ۱۰۰× برای مشاهدات مستقیم تطابق مارجینال در ۴ نقطه استفاده کرده؛ Rinke و همکاران^(۳۵)؛ از استریومیکروسکوپ مجهز به کامپیوتر با بزرگ‌نمایی ۱۸۰ برابر در ۵۴ نقطه روی مارجین سیستم‌های مختلف استفاده کرد.

بزرگ‌نمایی انتخاب شده برای استریومیکروسکوپ در تحقیق حاضر در محدوده‌ی بزرگ‌نمایی‌های انتخاب شده در تحقیقات قبلی قرار داشته است.

ایجاد برخی تغییرات در مقادیر تطابق مارجینال فریم‌های زیرکونیایی با اباتمنت ایمپلنت‌های دندانی نشان می‌دهد که درز لب‌های و تطابق داخلی هنگام انجام و تکرار فرآیندهای پخت پرسن ثابت نبوده و این تغییرات شاید به واسطه‌ی دفعات مختلف پخت صورت بگیرد.^(۴۰) از آنجا که انقباض گداخت نتیجه‌ی عملکرد توده پرسن می‌باشد؛ شاید کاهش مقادیر تطابق مارجینال با افزایش دفعات تکرار پخت مرتبط باشد. تفاوت در مقادیر ضخامت پرسن می‌تواند منجر به بروز تفاوت در میان روکش‌ها در داخل هر یک از گروه‌ها باشد؛ هرچند در تحقیق حاضر؛ ضخامت نهایی پرسن در گروه‌ها با تکرار دفعات پخت به میزان ۲ میلی‌متر تعیین گردید. از طرف دیگر؛ استفاده از یک توده اضافی پرسن جهت جبران

آنها بررسی می‌شود، تعیین محل یکسان برای اندازه‌گیری در نمونه‌های مختلف مشکل است.^(۲۸) روند سمان کردن هم به دلیل ضخامت و ویسکوزیته‌ی عامل سمایی به همراه نیروی به کار رفته در حین نشان دادن روکش می‌تواند باعث ایجاد تفاوت در نتایج مطالعات مختلف شود. علاوه بر این؛ دیستوریشن بعد از سیکل‌های مختلف پخت پرسن می‌تواند به دلیل وجود توده پرسنی غیریکنواخت، روی داده و احتمالاً در محل‌هایی با پرسن بیشتر، میزان گپ مارجینال هم بیشتر خواهد بود. همچنین، تفاوت در ضخامت پرسن می‌تواند تطابق لب‌ای بین گروه‌ها را متأثر سازد و عامل اولیه تفاوت در مارجینال رستوریشن باشد.^(۴۰) در تحقیق حاضر برای به حداقل رساندن موارد فوق، سمان پانویا استفاده شده در تمام نمونه‌ها در یک شرایط مشابه، با فشار استاندارد یکسان، حاصل از یک وزنه استاندارد برای تمام نمونه‌ها و زمان تابش اشعه یکسان سمان شد. همچنین پرسن در تمام نمونه با یک دستگاه و شرایط دمای یکسان، طبق دستورالعمل کارخانه سازنده پرسن پخته شد و حد نهایی ضخامت پرسن با یک جیگ استاندارد در تمام نمونه‌ها در حد ۲ میلی‌متر در تمام نواحی به طور یکسان کنترل شد و تمام مراحل از جمله مرحله برش و اندازه‌گیری توسط یک دستیار تخصصی پروتزهای دندانی و تحت نظارت یک متخصص پروتزهای دندانی انجام شد.

در این تحقیق؛ نمونه‌ها به منظور شبیه‌سازی شرایط دهانی، ۳۰۰۰ دور تحت فرآیند چرخه‌های حرارتی واقع شدند؛ طوری که در هر سیکل ۱ دقیقه در آب سرد ۵°C و ۳۰ ثانیه خارج از ظرف آب و نیز ۱ دقیقه در آب گرم ۵۵°C قرار گرفتند. استفاده از چرخه‌های حرارتی و بارگذاری‌های مکانیکی، یکی از فرآیندهای مورد استفاده‌ی محققان برای شبیه‌سازی شرایط دهانی می‌باشد.

بودن شرایط و عدم برخورد با متغیرهای مداخله‌گر مختلف به راحتی انجام شده ولی در شرایط بالینی، به دلیل اثرات متغیرهای مختلف، انجام فرآیندها مستعد بروز خطاهای مختلفی می‌باشد.

نتیجه‌گیری

زیرکونیا به دلیل خواص مکانیکی و استحکام بالا و نیز سینترینگ کامل تحت تأثیر مراحل و تعداد دفعات چرخه پخت پرسلن قرار نمی‌گیرد و تطابق فریم‌های زیرکونیایی با اباتمنت ایمپلنت‌های دندان‌های در شرایط پخت یا عدم پخت پرسلن تغییرات قابل توجهی تجربه نمی‌کند.

اندازه‌گیری مقادیر درز لبه‌ای و تطابق داخلی فریم‌های زیرکونیایی با اباتمنت ایمپلنت‌های دندان‌های با استفاده از روش‌های دیگر نظیر نرم‌افزارهای کامپیوتری یا تکنیک‌های لیزری مختلف، همچنین اندازه‌گیری مقادیر درز لبه‌ای و تطابق داخلی در استفاده از سیستم‌های مختلف روکش و سرامیک متعاقب قرار گرفتن در چرخه‌های مختلف پرسلن و نیز ارزیابی اثرات نوع طرح تراش، تکنیک‌های مختلف سمان کردن، اثرات فرآیند Aging و چرخه‌های حرارتی روی مقادیر درز لبه‌ای و تطابق داخلی در رستوریشن‌های مختلف در تحقیقات آینده پیشنهاد می‌گردد.

تشکر و قدردانی

این مقاله منتج از پایان نامه به شماره ۸۹۳۱ از دانشکده دندانپزشکی کرمان می‌باشد. بدینوسیله از تمام کسانی که در تهیه و انجام این کار پژوهشی کمک نموده‌اند تقدیر و تشکر می‌گردد.

انقباض حاصل از پلیمریزاسون پخت پرسلن به نظر می‌رسد دلیل اولیه‌ی تفاوت در مقادیر تغییرات مارجینال رستوریشن‌ها باشد.

نتایج این مطالعه در مجموع نشان می‌دهد که زیرکونیا به دلیل خواص مکانیکی و استحکام بالا و نیز سینترینگ کامل تحت تأثیر مراحل و تعداد دفعات چرخه پخت پرسلن قرار نگرفته و تطابق اولیه خود را حفظ کرده است. در این تحقیق تلاش گردید با پیروی از دستورات کارخانجات سازنده، خطاهای لابراتواری در ساخت روکش‌ها به حداقل برسد. همزمان کلیه مراحل ساخت و تهیه رستوریشن‌ها هم زیر نظر متخصص پروتز عضو هیأت علمی دانشگاه انجام گرفت. بنابراین، میزان خطاهای احتمالی در ساخت رستوریشن‌ها و اندازه‌گیری مقادیر تطابق لبه‌ای و تطابق داخلی آنها حداقل و با توجه به قرار داشتن تمام آنها در محدوده استاندارد. قابل چشم‌پوشی بوده است. با این حال، باید توجه داشت کنترل چگونگی انجام فرآیندها نظیر آماده‌سازی روکش و اندازه‌گیری مقادیر درز لبه‌ای و تطابق بین فریم‌های زیرکونیایی با اباتمنت سیستم‌های ایمپلنت در شرایط دهانی بسیار پیچیده خواهد بود. همچنین، بروز برخی خطاها در استریومیکروسکوپ غیرقابل اجتناب می‌باشد. علاوه بر این، باید دقت نمود تعمیم نتایج تحقیقات آزمایشگاهی به شرایط بالینی و در محیط دهان بیماران باید با احتیاط کامل صورت بگیرد. زیرا در شرایط آزمایشگاهی، انجام مراحل لابراتواری و فرآیندهای مختلف به دلیل یکسان

منابع

1. Kanat-Ertürk B1, Cömlekoğlu EM, Dündar-Çömlekoğlu M, Ozcan M, Güngör MA. Effect of veneering methods on zirconia framework-veneer ceramic adhesion and fracture resistance of single crowns. J Prosthodont 2015; 24(8): 620-8.

2. Deng Y, Miranda P, Pajares A, Guilberteau F, Lawn BR. Fracture of ceramic/ceramic/polymer tri-layers for biomechanical applications. *J Biomed Mater Res* 2003; 67(3): 828-33.
3. Kolgeci L, Mericske E, Worni A, Walker P, Katsoulis J, Mericske-Stern R. Technical complications and failures of zirconia-based prostheses supported by implants followed up to 7 years: A case series. *Int J Prosthodont* 2014; 27(6): 544-52.
4. Sailer I, Feher A, Filser F, Gauckler LJ, Luthy H, Hammerle CHF. Five-year clinical results of zirconia frameworks for posterior fixed partial dentures. *Int J Prosthodont* 2007; 20(4): 383-8.
5. Preis V, Behr M, Hahnel S, Handel G, Rosentritt M. In vitro failure and fracture resistance of veneered and full-contour zirconia restorations. *J Dent* 2012; 40(11): 921-8.
6. Guazzato M, Albakry M, Ringer SP, Swain MV. Strength, fracture toughness and microstructure of a selection of all-ceramic materials. Part II. Zirconia-based dental ceramics. *Dent Mater* 2004; 20(5): 449-56.
7. Isgro G, Kleverlaan CJ, Wang H. The influence of multiple firing on thermal contraction of ceramic materials used for the fabrication of layered all-ceramic dental restorations. *Dent Mater* 2005; 21(6): 557-64.
8. Alfadda SA. Vertical marginal gap evaluation of conventional cast and computer numeric controlled-milled titanium full-arch implant-supported frameworks. *Int J Prosthodont* 2014; 27(6): 517-22.
9. Alkumru H, Hullah WR, Marquis PM, Wilson HJ. Factors affecting the fit of porcelain jacket crowns. *Br Dent J* 1988; 164(2): 39-43.
10. Holmes JR, Bayne SC, Holland GA, Sulik WD. Considerations in measurement of marginal fit. *J Prosthet Dent* 1989; 62(4): 405-8.
11. Holmes JR, Sulik WD, Holland GA, Bayne SC. Marginal fit of castable ceramic crowns. *J Prosthet Dent* 1992; 67(5): 594-9.
12. Beschmidt SM, Strub JR. Evaluation of the marginal accuracy of different all-ceramic crown systems after simulation in the artificial mouth. *J Oral Rehabil* 1999; 26(7): 582-93.
13. 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.
14. Silness J. Periodontal condition in patient treated with dental bridges: The relationship between the location of the crown margin and periodontal condition. *J Periodont Red* 1970; 5(3): 225-9.
15. Valderhung J, Birkeland JM. Periodontal condition in patients 5 year following insertion of fixed prostheses. *J Oral Rehabil* 1976; 3(3): 237-43.
16. Lang NP, Kiel RA, Anderhalden K. Clinical and microbiological effect of sub-gingival restoration with overhanging or clinically perfect margins. *J Clin Periodont* 1983; 10(6): 563-78.
17. 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(2): 138-45.
18. Probster L, Diel J. Slip-casting alumina ceramics for crown and bridge restorations. *Quintessence Int* 1992; 23(1): 25-31.
19. Schwartz IS. A review of methods and techniques to improve the fit of cast restorations. *J Prosthet Dent* 1986; 56(3): 279-83.
20. Groten M, Girthofer S, Probster L. 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): 871-81.
21. Abbate MF, Tjan AH, Fox WM. Comparison of the marginal fit of various ceramic crown systems. *J Prosthet Dent* 1989; 61(5): 527-31.
22. Sorensen JA. A standardized method for determination of crown margin fidelity. *J Prosthet Dent* 1990; 64(1): 18-24.

23. Tuntiprawon M, Wilson PR. The effect of cement thickness on the fracture strength of all ceramic crowns. *Aust Dent J* 1995; 40(1): 16-21.
24. Christensen GL. Marginal fit of gold inlay castings. *J Prosthet Dent* 1966; 16(2): 297-305.
25. Mclean JW, von Fraunhofer JA. The estimation of cement film thickness by an in vivo technique. *Br Dent J* 1971; 131(3): 107-11.
26. Martin N, Jedyakiewicz M. Clinical performance of CEREC ceramic inlays: A systematic review. *Dent Mater* 1999; 15(1): 54-61.
27. Balkaya MC, Cinar A, Pamuk S. Influence of firing cycles on the margin distortion of 3 all-ceramic crown systems. *J Prosthet Dent* 2005; 93(4): 346-55.
28. Vigolo P1, 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.
29. Keshvad A, Hooshmand T, Asefzadeh F, Khalilinejad F, Alihemmati M, Van Noort R. Marginal gap, internal fit, and fracture load of leucite-reinforced ceramic inlays fabricated by CEREC in Lab and hot-pressed techniques. *J Prosthodont* 2011; 20 (7): 535-40.
30. Kermani H, Sazegara H, Seyedan K, Javan M. Marginal fitness evaluation of zirkonzahn zirconia crowns and metal ceramic crowns before and after porcelain firing. *J Isfahan Dental School* 2010; 6(1): 19-27. (Persian)
31. Nejatidanesh F, Savabi O, Shahtoosi M. Retention of implant-supported zirconium oxide ceramic restorations using different luting agents. *Clin Oral Implants Res* 2013; 24 (10): 20-4.
32. Martin N, Jedyakiewicz NM. Interface dimensions of CEREC-2 MOD inlays. *Dent Mater* 2000; 16(1):68-74.
33. Davis DR. Comparison of fit of two types of all-ceramic crowns. *J Prosthet Dent* 1988; 59(1): 12-6.
34. 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.
35. Rinke S, Huls A, Jahn L. Marginal accuracy and fracture strength of conventional and copy-milled all-ceramic crowns. *Int J Prosthodont* 1995; 8(4): 303-10.
36. 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.
37. Lui JL. The effect of firing shrinkage on the marginal fit of porcelain jacket crowns. *Br Dent J* 1980; 149(2): 43-5.
38. NG J, Ruse D, Wyatt C. Comparison of the marginal fit of crowns fabricated with digital and conventional methods. *J Prosthet Dent* 2014; 112(3): 555-60.
39. Romao W, Miranda WG, Casrar Brag RR. Correlation between microleakage and cement thickness in three class II inlay cement systems. *Oper Dent* 2004; 29(2): 212-8.
40. 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.
41. Hung SH, Hung KS, Eick JD, Chappell RP. Marginal fit of porcelain-fused to metal and two types of ceramic crown. *J Prosthet Dent* 1990; 63(1): 26-31.
42. Chan C, Haraszthy G, Gerstorfer JG, Weber H. The marginal fit of Cerestore full-ceramic crowns—A primarily report. *Quintessence Int* 1985; 6(2): 399-402.
43. Giordano RA. Dental ceramic restorative systems. *Compend Contin Educ Dent* 1996; 17(8): 779-94.
44. Orstavik D, Orstavik J. In vitro attachment of *Streptococcus sanguis* to dental crown and bridge cements. *J Oral Rehabil* 1976; 3(2): 139-44.

45. Vahidi F, Egloff ET, Panno FV. Evaluation of marginal adaptation of all-ceramic crowns and metal ceramic crowns. J Prosthet Dent 1991; 66(4): 426-31.
46. Weaver JD, Johnson GH, Bales DJ. Marginal adaptation of castable ceramic crowns. J Prosthet Dent 1991; 66(6): 747-53.
47. Lofstrom LH, Barakat MM. Scanning electron microscopic evaluation of clinically cemented cast gold restorations. J Prosthet Dent 1989; 61(6): 664-9.