

## بررسی تأثیر پخت پرسن بر Marginal Fitness روکش‌های متال-سرامیک ساخته شده به روش الکتروفورمینگ (Electroforming) (In Vitro)

دکتر محمد حسن سالاری\*، دکتر عزت‌الله جلالیان\*\*، دکتر سارا عسگریان\*\*\*

### چکیده

سابقه و هدف: رستوریشن‌های متال-سرامیک در دندانپزشکی استفاده گسترده‌ای دارند و میزان تطابق مارژینال (*marginal fitness*) مرکز توجه اغلب تحقیقات می‌باشد. سیستم الکتروفورمینگ می‌تواند تطابق مارژین‌ها را در حد ایده‌آل تأمین نماید. ولی به دلیل استحکام ناکافی در مارژین‌ها فرآیند پخت پرسن می‌تواند سبب تغییرات در تطابق مارژین‌ها شود. تحقیقات اندکی در مورد ارتباط بین فرآیند پخت پرسن و تطابق مارژینال انجام شده‌اند. بنابراین، پژوهش آزمایشگاهی حاضر با هدف بررسی تأثیر پخت پرسن بر *marginal fitness* روکش‌های متال-سرامیک ساخته شده به روش الکتروفورمینگ صورت پذیرفت.

مواد و روشها: روش تحقیق از نوع تجربی و قبل و بعد (*before-after*) بود. یک دای استاندارد از جنس استیل که مربوط به یک دندان مولر فک بالا بود، تهیه شد. این دای دارای طرح تراش *deep chamfer* در مارژین بود. از روی این دای، ۱۰ *coping* کاملاً قرینه به طریق سیستم الکتروفورمینگ از جنس طلای خالص ۲۴ عیار ساخته شد. میزان *marginal gap* در ۱۰ نقطه در ۴ جایگاه توسط میکروسکوپ الکترونی SEM اندازه‌گیری شد. پس از آن پرسن‌گذاری روی *coping*ها صورت گرفت و مجدداً میزان *marginal gap* در این مرحله در همان جایگاه‌های قبل توسط میکروسکوپ SEM اندازه‌گیری شد. این دو مرحله با هم از نظر میزان *gap* مورد مقایسه قرار گرفتند. بررسی آماری داده‌ها بوسیله آزمون نمونه *Paired t* انجام گرفت ( $\alpha=0/05$ ).

یافته‌ها: میانگین *gap* در زمان پیش از پخت پرسن ( $18/23 \pm 1/96 \mu m$ ) و در زمان پس از پخت پرسن ( $21/45 \pm 2/27 \mu m$ ) بود. میزان *marginal gap* در ۲ گروه پیش و پس از پخت پرسن با هم اختلاف آماری معنی‌داری داشتند ( $P < 0/002$ ). نتیجه‌گیری: نتایج نشان دادند که مراحل پخت پرسن بر افزایش *marginal gap* روکش‌های متال-سرامیک ساخته شده به روش الکتروفورمینگ تأثیر دارد. این میزان افزایش *gap* برای طرح تراش آزمایش شده (*deep chamfer*) از نظر بالینی قابل قبول و کم می‌باشد (زیر ۱۰۰ میکرون). بنابراین، ساخت رستوریشن‌های متال-سرامیک به روش الکتروفورمینگ جهت ایجاد *marginal integrity* بالا توصیه می‌گردد.

کلید واژگان: *metal ceramic alloys- marginal adaptation- dental porcelain*

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۸۷/۹/۲۵ تاریخ اصلاح نهایی: ۱۳۸۸/۹/۱۱ تاریخ تأیید مقاله: ۱۳۸۸/۹/۲۱

مجله دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، دوره ۲۷، شماره ۴، زمستان ۱۳۸۸، ۱۶۵-۱۷۱

### مقدمه

جریان یافتن بزاق، غذا و دبری و فرآورده‌های میکروارگانیسم‌ها به زیر کراون باعث ایجاد عود پوسیدگی و تحریک پالپ و اتیال می‌گردند. از طرفی *marginal adaptation* (فاصله بین لبه روکش و مارژین تراش را می‌گویند که برحسب میکرون و به صورت فاصله عمودی

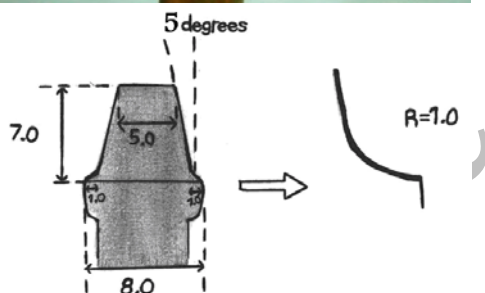
یکی از مهمترین المان‌ها در موفقیت یک رستوریشن، *marginal fitness* می‌باشد که عبارت است از تطابق لبه‌های رستوریشن با دندان تراش خورده. اگر تطابق مناسبی وجود نداشته باشد به علت حلالیت سمان‌های دندانپزشکی، سمان اکسپوز و در محیط دهان به سرعت حل می‌شود. سپس،

\* استادیار گروه پروتز ثابت، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه آزاد اسلامی تهران.

\*\* نویسنده مسئول: دانشیار گروه پروتز ثابت، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه آزاد اسلامی تهران.

\*\*\* دندانپزشک.

اندازه‌گیری می‌شود) پایین باعث گیر پلاک و gingivitis و در موارد پیشرفته از دست دادن لثه چسبنده می‌شود (۴-۱). امروزه برای مقابله با مشکل marginal gap استفاده از سیستم‌های الکتروفورمینگ طلا، در حال افزایش است. مکانیسم این سیستم به صورت دفع و ته‌نشینی الکترون‌ها (Electrodeposition) به صورت مستقیم روی دای گچی، توسط محلول طلای الکترولیت ۲۴ عیار خالص می‌باشد (۵). از مزایای بارز استفاده از این روش، marginal adaptation بسیار بالا، ایجاد ضخامت یکپارچه و واحد و بسیار کم در حد ۰/۲mm کوپینگ طلا، سازگاری سنجی بالا (۹۹٪ طلا) و تأمین زیبایی به دلیل رنگ مطلوب ساختار طلا می‌باشد (۸-۵). این سیستم می‌تواند تطابق مارژین‌ها را در حد ایده‌آل تأمین نماید ولی به دلیل استحکام ناکافی در ناحیه مارژین‌ها، فرآیند پخت پرسن می‌تواند سبب distortion مارژین‌ها شود (۱۱-۹). در تحقیقی به بررسی تأثیر مراحل پخت پرسن بر marginal gap روکش‌های PFM ساخته شده به روش الکتروفورمینگ پرداخته شد. نتایج این تحقیق نشان داد که میزان gap حین اولین مرحله پخت پرسن افزایش می‌یابد (۷). در پژوهشی دیگر به بررسی تأثیر پخت پرسن بر marginal gap ۳ طرح تراش مختلف پرداخته شد که اختلاف آماری معنی‌داری بین مراحل قبل و بعد از پخت پرسن از نظر marginal gap یافت شد (۶). در تحقیقی دیگر هیچ اختلاف آماری معنی‌داری بین مراحل قبل و بعد از پخت پرسن یافت نشد و نشان داد که میزان gap بعد از قرار دادن پرسن و طی مراحل پخت کاهش پیدا کرده است (۱۳، ۱۲، ۵).



شکل ۱- دای استاندارد و طرح شماتیک آن برحسب میلی‌متر

با استفاده از مواد قالب‌گیری پلی وینیل سایلوکسان (Panasil, Kettenbach / GmbH & Co. KG. Postfach Eschenburg / Germany) قالب‌گیری طبق دستورالعمل کارخانه سازنده و با استفاده از دای استاندارد انجام شد. قالب بوسيله گچ ول میکس (Fuji Rock; GC CROP) type IV ریخته شد و master دای‌ها تریم شده، یکسان گشتند. سپس ۲ لایه die spacer (Platzhalterlack; Gramm GmbH and die spacer (Platzhalterlack; Gramm GmbH and KG / Muhnhausen / Germany) به ضخامت ۲۵ میکرون، ۱mm کوتاه‌تر از finishing line روی master دای‌ها زاده شد. سپس عمل دوبلیکت دای‌های گچی توسط ماده آگار-آگار (Zhermach / GmbH Deutschland Ohlmühle, Morl

با توجه به گفتار یاد شده و وجود نتایج متناقض در مورد تأثیر پخت پرسن بر marginal gap روکش‌های PFM ساخته شده به روش الکتروفورمینگ، این بررسی با هدف تعیین تأثیر پخت پرسن بر marginal fitness روکش‌های متال-سرامیک ساخته شده به روش الکتروفورمینگ، انجام گرفت.

## مواد و روشها

در این بررسی تجربی آزمایشگاهی از نوع قبل و بعد، یک دای استاندارد از جنس استیل که مدلی از یک دندان مولر فک بالای تراش خورده بود، تهیه شد. تراش توسط دستگاه

شد که سقف کراون با دای توسط لایه نازکی از Fit checker قرار گرفت و اطمینان حاصل شد که فریم روی دای نشست است. سپس، هر نمونه به صورت افقی روی پلیت مخصوص میکروسکوپ الکترونی (XL30, Philips, SEM (Skierniewice, Poland توسط چسب مخصوص نقره ثابت شد. در ادامه در هر ناحیه ۱۰ عدد marginal gap با بزرگ‌نمایی (magx:200-400) در محل‌هایی که بوسیله فلش از قبل مشخص شده بودند، به صورت تصادفی انتخاب و وارد فرم اطلاعاتی شدند. لازم به ذکر است که میزان gap به صورت عمودی اندازه‌گیری شد.

مرحله پرسن‌گذاری به صورت زیر انجام شد:

طبق دستورالعمل کارخانه سازنده مرحله اول شامل قرار دادن یک لایه Gold bonding agent (Gramm GmbH, Tiefenbronn-Muehlhausen / Germany) روی کوپینگ‌ها بود.

سپس ۲ لایه پرسن اپک (VMC, VITA, Zahnfabrick, Badsackingen, Germany) روی کوپینگ‌ها با انبساط حرارتی ۱۳ قرار داده شد. بعد، کوپینگ‌ها به مدت ۱ دقیقه کوره‌ای با حرارت  $950^{\circ}\text{C}$  شدند. پس از آن به ترتیب لایه دنتین ( $0/4\text{mm}$ ) و لایه انامل ( $0/2\text{mm}$ ) روی coping کار گذاشته شدند. در این ۲ مرحله درجه حرارت کوره  $930^{\circ}\text{C}$  به مدت یک دقیقه بود. بعد از آن عمل glazing نیز به مدت یک دقیقه انجام شد (شکل ۳) (۶،۷،۱۴). با استفاده از تمپلیت و گیج ضخامت پرسن بر روی copingها اندازه‌گیری و روی همه نمونه‌ها یکسان گردید.



شکل ۳- کوپینگ‌ها پس از پرسن‌گذاری

(Germany) انجام و مجدداً توسط گیج ولمی‌کس Type IV ریخته شد (۵،۷).

در قسمت انتهایی دای گچی یک سوراخ ریز ایجاد شد و یک سیم مسی کوچک بوسیله سمان سیانوآکریلات به آن چسبانده شد.

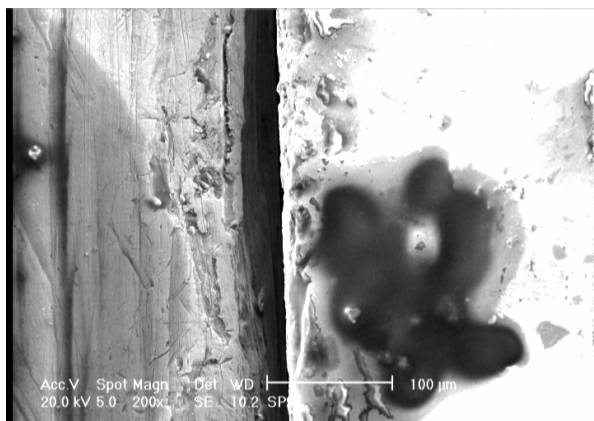
در مرحله بعد، ۲ لایه لاک Silver (نقره) روی سطح die زده شد، که تا زیر خط خاتمه تراش ادامه داشت. یک لایه نازک لاک سیلور نیز در محل ارتباط die به سیم مسی زده شد تا عبور جریان گالوانیک انجام شود. دای به آند وصل و داخل یک بشر که حاوی محلول الکترولیت طلا بود، غوطه‌ور گردید.

حجم محلول طلای مورد نیاز به میزان تقریباً ۱۵۰ ml محلول طلا بابت ۲ کوپینگ طلا به طور اتوماتیک توسط دستگاه محاسبه شد (Gammat control). سپس وارد دستگاه gold electroforming system (GES; Gramm) شد. فرآیند دفع و ته نشینی الکترودهای طلا روی die گچی انجام شد. ضخامت کوپینگ‌های طلا در حد  $0/2\text{mm}$  بود. (شکل ۲) (۵-۷).



شکل ۲- کوپینگ‌های طلا

کوپینگ‌ها از ۱ تا ۱۰ شماره‌گذاری شده، روی دای استاندارد ۴ علامت به صورت فلش، زیر خط خاتمه تراش دور تا دور مارجین حلقوی قرار داده شد. فلش‌ها در محل‌های میدباکال، میدپالاتال، میدمزیا و میددیستال به فاصله مساوی از هم قرار گرفتند تا امکان مقایسه میزان gap در مکان معینی قبل و بعد از پخت پرسن فراهم گردد. هر کوپینگ به ترتیب شماره ابتدا با استفاده از Fitcher چک کرده و مشاهده



شکل ۵- نمونه ۹ بعد از پخت پرسلن

سپس میزان gap در ۴ محل فلش زده اندازه‌گیری شد و ۱۰ عدد از هر نمونه ثبت و وارد فرم اطلاعاتی شدند. پس از تعیین میانگین و انحراف معیار در هر نمونه از تست نمونه‌ای Kolmogorov-Smirnov برای تعیین تبعیت داده‌ها از توزیع طبیعی استفاده شد. با توجه به این که داده‌ها از توزیع نرمال پیروی می‌کردند، برای مقایسه اختلاف میزان marginal gap در دو گروه از آزمون آماری Paired t استفاده شد. عملیات آماری با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS نسخه ۱۴ با در نظر گرفتن  $(\alpha=0.05)$  انجام گردیدند.

#### یافته‌ها

جدول ۱ میانگین gap در هر نمونه که از میان ۱۰ نقطه به صورت تصادفی گرفته شده، را نشان می‌دهد. میانگین gap در زمان پیش از پخت پرسلن، در ۱۰ نمونه، ۱۸/۲۳ میکرون بود و پس از پخت پرسلن این میانگین به ۲۱/۴۵ میکرون رسید که مقدار gap بسیار مطلوبی در رستوریشن‌های PFM می‌باشد.

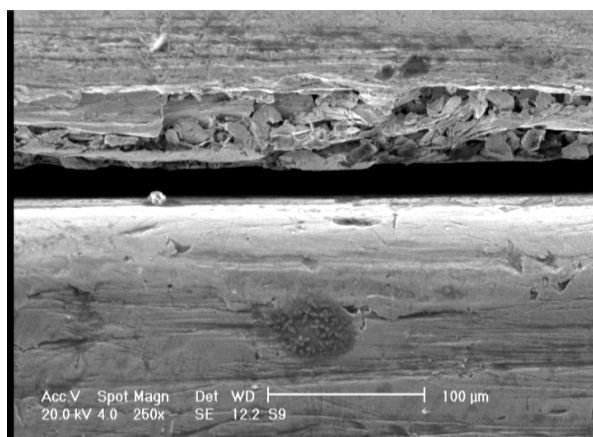
جدول ۲ نشان می‌دهد که میزان انحراف معیار قبل و بعد از پخت پرسلن بسیار پایین است و این نشان دهنده دقت بالای فرآیند انجام تحقیق می‌باشد.

همان طور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود آزمون آماری Paired t اختلاف معنی‌داری را بین مراحل قبل و بعد از پخت پرسلن نشان می‌دهد  $(P<0.002)$ .

پس از اتمام پرسلن‌گذاری در هر ۱۰ نمونه، مطابق مرحله قبل از پخت، روکش‌های متال-سرامیک ساخته شده، برای اندازه‌گیری میزان marginal gap در زیر میکروسکوپ الکترونی SEM قرار داده شدند. مکانیسم کار میکروسکوپ SEM بدین صورت است که الکترون به سطح نمونه تابیده شده، منعکس می‌گردد. سپس، توسط دیتکتورها جمع‌آوری شده و به فوتون نوری تبدیل می‌شود تا تصویری مرئی بدست آید.

سطوح نمونه‌هایی که با میکروسکوپ الکترونی بررسی می‌شوند باید دارای هدایت الکتریکی باشند وگرنه الکترونی که به سطح نمونه تابیده می‌شود دفع نشده، و تصویر واضحی ارائه نمی‌دهد. بنابراین در کراون‌های PFM باید با نشانندن لایه نازکی از طلا روی سطح کراون‌ها، هدایت الکتریکی ایجاد کرد تا الکترون‌های سطحی دفع شوند. دستگاه لایه نشانی طلا در این پژوهش (physical vapor) (Huenenberg, Swiss), Sputter coater, PVD deposition BAL-TEC بود. ضخامت طلا حدود  $100 \text{ \AA}$  بود.

نمونه‌ها (۱۰ نمونه) پس از coat کردن با طلا به ترتیب شماره روی دای قرار داده شده، وارد SEM شدند. تصاویر به دست آمده بزرگنمایی (MagX:200-400) داشتند (اشکال ۴ و ۵).



شکل ۴- نمونه ۹ قبل از پخت پرسلن

می‌تواند marginal integrity بالاتری را نسبت به روش casting ایجاد نماید.

از نظر نوع طرح تراش پیشنهادی، در سال ۲۰۰۶، Shiratsuchi و همکاران، در گروهی از دای‌ها که طرح تراش شولدر داشتند در سیستم الکتروفورمینگ، به بیشترین میزان gap و در گروهی که طرح تراش deep chamfer داشتند به کمترین میزان gap رسیدند (۶). همچنین، Holmes و همکاران (۱۹۹۶) در طرح تراش deep chamfer به میزان gap (میکرون  $1/24 \pm 36/0$ ) رسیدند که دارای کمترین میزان gap نسبت به طرح‌های دیگر تراش بود (۱۶). در سال ۲۰۰۷، Shiratsuchi مجدداً در گروه DC (deep chamfer) به میزان gap  $5/2$  میکرون رسید که میزان gap بسیار کم و مطلوبی بود (۷).

به همین علت در بررسی حاضر از طرح تراش DC- که دارای شعاع انحنای axiokingival داخلی بیشتری نسبت به سایر طرح‌های تراش بود، استفاده شد تا ضخامت کوپینگ طلا در ناحیه مارژین کم نبود و حین حرارت‌های متعدد پرسلن‌گذاری مارژین تغییر شکل ندهد (۶). همچنین، Patenno و همکاران عنوان کردند استفاده از بول در این سیستم به دلیل کم شدن ضخامت طلا را پیشنهاد نکردند (۱۷).

از نظر تأثیر مراحل پخت پرسلن، در این بررسی میانگین gap قبل و بعد از پخت پرسلن به ترتیب  $18/23$  و  $21/45$  میکرون بود که نشان‌دهنده تأثیر کم فرآیند پخت پرسلن بر marginal fitness کوپینگ‌های الکتروفورم شده می‌باشد ( $P < 0/002$ ). در سال ۲۰۰۶، Shiratsuchi در تحقیقی نشان داد که در تمامی طرح‌های تراش امتحان شده، از نظر marginal gap اختلاف معنی‌داری بین مراحل قبل و بعد از پخت پرسلن وجود دارد. وی عنوان کرد که مراحل پخت پرسلن بر تطابق مارژینال کوپینگ‌های الکتروفورم شده تأثیر دارد (۶). در سال ۲۰۰۷، Shiratsuchi میزان gap در ۶ مرحله فرآیند پخت پرسلن را اندازه گرفت. میزان gap متعاقب فرآیند پخت پرسلن برای تمام طرح‌های تراش افزایش یافت. در این تحقیق، بزرگترین marginal distortion پس از اولین مرحله پخت مشاهده شد (۷). در سال ۲۰۰۴، Leonardo Buso، هیچ اختلاف آماری معنی‌داری را بین مراحل قبل و بعد از پخت پرسلن مشاهده نکرد. همچنین

جدول ۱- میانگین gap قبل و بعد از پخت پرسلن و میزان

تغییرات در هر نمونه

شماره نمونه‌ها	میانگین قبل از پخت	میانگین بعد از پخت	میزان تغییرات
۱	۲۰/۹۳	۲۳/۰۸	+۲/۱۵
۲	۲۱/۲۴	۲۴/۲۸	+۳/۰۴
۳	۱۹/۸۴	۲۱/۹۵	+۲/۱۱
۴	۱۶/۰۰	۱۷/۸۱	+۱/۸۱
۵	۱۷/۸۱	۱۸/۵۰	+۰/۶۹
۶	۱۸/۱۳	۲۰/۱۱	+۱/۹۸
۷	۱۵/۲۵	۲۳/۷۱	+۸/۴۶
۸	۱۷/۷۱	۲۳/۷۱	+۶/۰۰
۹	۱۸/۲۷	۲۱/۰۸	+۲/۸۱
۱۰	۱۷/۱۶	۲۰/۳	+۳/۱۴

جدول ۲- میانگین و انحراف معیار در دو گروه و نتیجه آزمون

شاخص	انحراف معیار $\pm$ میانگین	P value	گروه‌ها
قبل از پخت پرسلن	$18/23 \pm 1/96$	$P < 0/002$	قبل از پخت پرسلن
بعد از پخت پرسلن	$21/45 \pm 2/27$		بعد از پخت پرسلن

## بحث

در این بررسی که به تأثیر فرآیند پخت پرسلن بر marginal fitness رستوریشن‌های متال-سرامیک ساخته شده به روش الکتروفورمینگ پرداخته شد، مشخص شد که میانگین gap قبل و بعد از پخت پرسلن بسیار کم می‌باشد که در شرایط کلینیک بسیار ایده‌آل است. میزان marginal gap به دست آمده در این تحقیق چه قبل و چه بعد از پخت پرسلن در مقایسه با روش معمول شایان ذکر است. در تحقیقی که جلالیان و همکاران (۲۰۰۸) انجام دادند به میانگین gap  $40/78$  میکرون در طرح تراش شولدربول و میانگین gap  $52/8$  میکرون در تراش sloping shoulder در سیستم casting رسیدند (۱۵). این یافته‌ها نشان می‌دهند که میزان gap به دست آمده، بسیار بیشتر از میانگین gap به دست آمده از این تحقیق می‌باشد. این مسأله گویای آن است که ساخت رستوریشن‌های PFM به روش الکتروفورمینگ

### نتیجه گیری

مراحل پخت پرسن بر افزایش marginal gap روکش‌های متال سرامیک ساخته شده به روش الکتروفورمینگ تأثیر دارد. از آنجا که film thickness سمان‌ها حدود ۴۰-۲۵ میکرون است، مقدار gap به دست آمده در این تحقیق چه قبل و چه بعد از پخت پرسن برای طرح تراش آزمایش شده (deep chamfer) از نظر بالینی بسیار ایده‌آل و کم می‌باشد. بنابراین، ساخت رستوریشن‌های PFM به روش الکتروفورمینگ به جهت ایجاد marginal integrity بالا توصیه می‌شود.

میزان gap پس از پخت کاهش پیدا کرده بود (۵). پژوهش‌های دیگری نیز عدم تأثیر پخت پرسن بر marginal fitness روکش‌های الکتروفورم شده را گزارش کردند (۱۲، ۱۳) که مخالف نتایج تحقیق حاضر می‌باشد. یکی از دلایل این امر می‌تواند از انجام عمل finishing انتهایی لبه‌های مارژین ناشی شود که باعث بسته شدن gap شده، مانند عمل burnish می‌باشد (۵).

همچنین عمل deposition طلا روی لاک نقره، دقیقاً زیر مارژین سرویکال انجام می‌شود و انتظار می‌رود که هیچ gap دیده نشود. اما با این حال این gap حین انجام مراحل لابراتواری و مراحل polishing و finishing ایجاد شد که اهمیت دقت مراحل لابراتواری را می‌رساند (۵).

### Reference

- Jacobs MS, Windler AS: An investigation of dental luting cement solubility as a function of the marginal gap. J Prosthet Dent 1991;65:936-992.
- Philips RW, Swartz MI: In vivo disintegration of luting cements. J Am Dent Assoc 1978;114:489-492.
- Campbell SD, Sirakian A, Pelletier LB, Giordano RA: Effect of firing cycle and surface finishing on distortion of metal ceramic castings. J Prosthet Dent 1995;74:476-481.
- Golman M, Laosontharn P, White RR: Microleakage of full crowns and the dental pulp. J Endod 1982;473-475.
- Buso L, Hilgert E, Neisser MP, Bottino MA: Marginal fit of electroformed copings before and after the coction of the porcelain. Braz J Oral Sci 2004;3:909-913.
- Shiratsuchi H, Komine F, Kakehashi Y, Matsumura H: Influence of finishing line design of marginal adaptation of electroformed metal ceramic crowns. J Prosthet Dent 2006;95:237-242.
- Komine F, Shiratsuchi H, Kakehashi Y, Matsumura H: Influence of porcelain firing cycle on marginal distortion of electroformed metal ceramic crowns. Quintessence Int 2007;38:E583-588.
- Set ZJ, Diehl J, Weber H: The marginal fit of cemented galvanoceramic crowns. Int J Prosthodont 1989;2:67-74.
- Chen L, Cai H, Xu GF, Fang CY: Effect of porcelain firing cycle on microstructure and corrosion resistance of 4 metal ceramic alloys. Zhong Nan Da Xue Xue Bao Yi Xue Ban 2006;31:408-410,413.Chinese.
- Campbell SD, Sirakian A, Pelletier LB, Giordano RA: Effects of firing cycle and surface finishing on distortion of metal ceramic casting. J Prosthet Dent 1995;74:476-481.
- Fonseca JC, Henriques GE, Sobrinho LC, Goes MF: Stress relieving and porcelain firing cycle influence on marginal fit of commercially pure titanium and titanium- aluminum- vanadium copings. Dent Mater 2003;686-691.
- Hamaguchi H, Cacciato A, Tuller VM: Marginal distortion of the porcelain-bonded-to-metal complete crown: an SEM study. J Prosthet Dent 1982;47:146-153.
- Gemalmaz D, Alkumru HN: Marginal fit changes during porcelain firing cycle. J Prosthet Dent 1995;73:49-54.
- Shillingburg HT, Hobo S, Whitsett LD, Jacobi R, Brackett SE: Fundamentals of Fixed Prosthodontics. 3rd Ed. 1997;Chap24:437-440.

15. Jalalian E, Jannati H, Mirzaei M: Evaluating the effect of a sloping shoulder and a shoulder bevel on the marginal integrity of porcelain fused-to-metal (PFM) veneer crowns. *J Contemp Dent Pract* 2008;9:17-24.
16. Holems JR, Pilcher ES, Rivers JA, Stewart RM: Marginal fit of electroformed ceramometal crowns. *J Prosthodont* 1996;5:111-114.
17. Patteno D, Schieramo G, Bassi F, Bresciano ME: Comparison of marginal fit of 3 different metal-ceramic systems: *Int J Prosthodont* 2000;13:405-408.

Archive of SID