

بررسی اثر پخت‌های مکرر چینی و نوع آلیاژ بیس‌متال و نابل بر انطباق مارژین شولدر پرسلن

دکتر رضا خدادادی*[†] - دکتر شهین رکنی** - دکتر محمد نجفی پور***

*استادیار گروه آموزشی پروتزهای دندانی دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی اصفهان

**دانشیار گروه آموزشی پروتزهای دندانی دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی مشهد

***متخصص پروتزهای دندانی

Title: A survey on the effects of repeated porcelain firing cycles on the marginal integrity of shoulder porcelain made of noble and base-metal alloys

Authors: Khodadadi.R. Assistant Professor*, Rokni. SH Associate Professor**, Najafipoor. M. Prosthodontist

Address: *Department of Prosthodontics, Faculty of Dentistry, Esfahan University of Medical Sciences

**Department of Prosthodontics, Faculty of Dentistry, Khorasan University of Medical Sciences

Statement of Problem: In order to eliminate the esthetic problem of metal collar in porcelain fused to metal crowns various techniques, such as shoulder porcelain, have been suggested.

Purpose: The aim of this study was to investigate the effects of repeated porcelain firing cycles on the marginal integrity of shoulder in porcelain fused to metal crowns, made of two kinds of alloys: noble and base-metal.

Materials and Methods: In this experimental study, four groups of ten brazen models (Die) were used. Metal crowns of groups A&B were made of a noble alloy and those of C&D of a base-metal alloy. Groups A&C had the shoulder width of 1mm and groups B&D had the shoulder width of 1.5mm. After degassing and opaqing, shoulder porcelain was completed in the area of shoulder. At this stage, the average vertical gap of margin was measured by a reflective microscope ($\times 400$). Data were analyzed using ANOVA and Duncan tests.

Results: No simultaneous interaction between the type of alloy and the shoulder width was found ($P=0.709$). The type of alloy had a significant effect on marginal integrity ($P=0.021$) attributing the best marginal integrity of shoulder porcelain to base-metal alloys. Shoulder width played also a significant role on marginal integrity ($P=0.00$) indicating that the reduction of shoulder width would increase the marginal integrity.

Conclusion: According to these findings, the best marginal integrity of shoulder porcelain is achieved through shoulder width of 1mm along with base-metal alloys.

Key Words: Base metal- Noble- Alloy- Shoulder porcelain

Journal of Dentistry. Tehran University of Medical Sciences (Vol. 17; No3; 2004)

چکیده

بیان مسأله: به منظور رفع مشکل نازیبایی طوق فلزی روکش‌های متال‌سرامیک روشها و مواد مختلفی بکار رفته‌اند که تکنیک شولدر پرسلن یکی از روش‌های پیشنهادی است.

هدف: مطالعه حاضر با هدف بررسی تأثیر پخت‌های مکرر چینی بر تطابق مارژین شولدر پرسلن در روکش‌های چینی - فلز ساخته شده از

[†] مؤلف مسؤول: دکتر رضا خدادادی؛ آدرس: اصفهان، خیابان هزارجریب دانشگاه علوم پزشکی اصفهان دانشکده دندانپزشکی بخش پروتزهای دندانی تلفن: ۰۳۱۱-۷۹۲۲۸۹۰

دو نوع آلیاژ نابل و بیس متال انجام شد.

روش بررسی: در این مطالعه تجربی، از چهارگروه ده تایی مدل (دای) برنجی، استفاده شد. سرپوشهای فلزی گروههای A و B با آلیاژ نابل و سرپوشهای فلزی گروههای C و D از آلیاژ بیس متال ریخته شدند. عرض شولدر در گروههای A و C یک میلیمتر و در گروههای B و D ۱/۵ میلیمتر بود. پس از انجام مراحل دگازینگ واپک گذاری، چینی شولدر پرسن در ناحیه شولدر سرپوشها کامل گردید و میانگین فاصله عمودی مارژین با میکروسکوپ Reflective با بزرگنمایی ۴۰۰ برابر اندازه گیری شد. اطلاعات به دست آمده با استفاده از آزمونهای یک و دو طرفه ANOVA و دانکن تحلیل گردید.

یافته‌ها: در این تحقیق دو عامل نوع آلیاژ و عرض شولدر به طور همزمان اثرات متقابل (Interaction) ایجاد نکردند ($P=0/709$). نوع آلیاژ تأثیر معنی داری بر انطباق مارژین داشت ($P=0/021$) و بهترین نوع آلیاژ از نظر تطابق مارژین شولدر پرسن، آلیاژ بیس متال بود. عرض شولدر نیز تأثیر معنی داری بر انطباق مارژین داشت ($P=0/000$)؛ چنان که با کاهش عرض شولدر در تطابق مارژین شولدر پرسن افزایش یافت.

نتیجه گیری: با توجه به یافته‌های مطالعه حاضر، میزان انطباق شولدر پرسن بخصوص با عرض شولدر ۱ میلیمتر و آلیاژ بیس متال بهتر است.

کلید واژه‌ها: بیس متال؛ نابل؛ آلیاژ؛ شولدر پرسن

(, ,) ,

مقدمه

در گزارش Dehoff و Anusavice (۴) و Richter Snapp و همکاران (۵) تأثیر طرح مارژین چندان مهم نبوده است. نتایج مطالعات انجام شده در مورد نقش نوع آلیاژ در مارجینال دیستورشن نیز متناقض می‌باشند (۵،۴). Buchanan و همکاران نشان دادند که تطابق مارژین آلیاژهای بیس متال کمتر از آلیاژهای نابل است و علت احتمالی آن را تشکیل لایه ضخیمی از اکسید در سطح داخلی ریختگیهای آلیاژ بیس متال گزارش کردند (۶).

Dederich و همکاران (۷) با روش مشابهی از سه نوع آلیاژ بیس متال استفاده کردند؛ اختلاف مارژین این آلیاژها مشابه نتایج گزارش Buchanan و همکاران (۶) بود.

Strating و همکاران تأثیر انواع مختلف آلیاژها و طرحهای مارژین بر تطابق مارژین را بررسی کردند و هیچ اختلاف معنی داری بین انواع آلیاژهای بیس متال یا نابل با طرحهای با یا بدون کلار نیافتند (۸).

Gemalmaz و Alkumru تطابق مارژین ترمیم های فلز- چینی را در طی پخته‌های مکرر چینی و نیز تأثیر نوع

تکنیک شولدر پرسن در سال ۱۹۷۷ توسط Sozio تشریح گردید (۱). برای بسیاری از بیماران، طوق فلزی خاکستری رنگ لبه روکش‌های فلز- چینی ناخوشایند است. در مواردی که زیبایی در درجه اول اهمیت باشد استفاده از روکش‌های فلز- چینی بدون طوق فلزی (Collarless) مطلوب است. لبه لیپالی این روکشها از چینی و لبه های لینگوالی و پروگزیمالی از فلز می باشد (۲).

به عقیده Shillingburg و همکاران زاویه داخلی شولدر باید بین ۹۰ تا ۱۱۰ درجه باشد. اگر این زاویه کمتر از ۹۰ درجه باشد، در آن نواحی نسج دندان بدون پشتیبان خواهد ماند که ممکن است بر دقت دای در حین کارهای لابراتواری اثر گذارد یا مینای بدون پشتیبان در حین درمان یا طی فانکشن بشکند و از تطابق لبه روکش بکاهد (۳).

Shillingburg و همکاران، کاهش انطباق روکشهای فلز- چینی را به عوامل دیگری از قبیل طرح مارژین و نوع آلیاژ نسبت داده‌اند (۳).

استفاده از نرم‌افزار، Marginal Sharpness را محاسبه نمودند و دریافتند که ترمیم‌های دارای مارژین شولدر که با تکنیک Direct Lift و با دو نوع چینی Vita High Fusing شولدر پرسن و پودر چینی بدنه معمولی نوع Vita SM 90 ساخته شده بودند، به مراتب نسبت به روکش‌های ساخته شده با تکنیک Platinum Foil از انطباق بهتری برخوردار بودند (۱۴).

در برخی مطالعات میزان اختلاف مارژین‌های ساخته شده به روش Direct Lift بین صفر تا ۱۴۵ میکرون گزارش شده است (۱۵).

Chaffee و همکاران علت این اختلاف زیاد را دقت و حساسیت زیاد این روش اعلام کردند؛ به همین دلیل به منظور فائق آمدن بر این اختلاف وسیع، انواع چینی مخصوص شولدر پرسن به بازار عرضه شد (۱۶).

به عقیده Hunter AR و Hunter AJ حداکثر شکاف مارژین تا ۲۰۰ میکرون مجاز است (۱۷)؛ در حالی که Christensen مقادیر بینابینی دیگری را ذکر کرده است (۱۸).

مطالعه حاضر با هدف بررسی تأثیر دو عامل نوع آلیاژ و عرض شولدر بر انطباق مارژین شولدر در طی پخته‌های مکرر چینی انجام شد؛ به همین منظور از دو نوع آلیاژ نابل و بیس‌متال و عرض شولدر (۱ و ۱/۵ میلی‌متر) استفاده گردید.

روش بررسی

در این مطالعه تجربی، ۴۰ عدد دای برنجی تهیه گردید. قسمت تاجی به صورت دندان تراش خورده با ختم تراش شولدر و تقارب ۳۰ درجه و ارتفاع ۷ میلی‌متر بود و قطر پایه همه مدل‌ها یکسان و ۶ میلی‌متر در نظر گرفته شد. شیاری به شکل V در سطح فوقانی همه مدل‌ها ایجاد گردید که در کوپینگ زائده‌ای ایجاد کرد و در مجموع نقش Key Way و Key را ایفا نمود و مانع از چرخش سرپوش فلزی حول دای

آلیاژ، طرح مارژین، نزدیکی چینی به لبه را بررسی کردند. در این مطالعه در مرحله دگازینگ میزان متوسط تغییر مارژین آلیاژ بیس‌متال (نیکل کروم) ۸/۶۵ میکرون و در مورد آلیاژ نابل (پالادیوم-مس) ۱۹/۳۹ میکرون بود (۹).

این دو محقق طی تحقیقی دیگر، اختلاف معنی‌داری بین تطابق مارژین‌های شولدر و چمفر مشاهده نکردند و علت آن را ناچیز بودن اختلاف حجم فلز بین مارژین‌های شولدر و چمفر گزارش کردند (۱۰).

Tjan و Irvinglogan دقت مارژین روکش‌های تمام فلز با پنج نوع آلیاژ را بررسی و با روکش‌های ساخته شده از آلیاژ دارای طلای زیاد (نوع III) مقایسه کردند. این آلیاژها شامل: آلیاژهای با طلای کم- پالادیوم زیاد و Pd-Ag و Ni-Cr-Mo و Cu-Al بود. یافته‌های آنان نشان داد که روکش‌های ریخته شده از آلیاژ Pd-Ag دارای تطابق مارژین بهتری نسبت به چهار نوع دیگر می‌باشد، اما نسبت به آلیاژ با طلای زیاد (نوع III) که بهترین تطابق را ایجاد می‌کند، تطابق کمتری داشتند (۱۱).

بر خلاف برخی از مطالعات که مارجینال دیستورشن مراحل پخت چینی را ناشی از عواملی غیر از چینی گذاری دانسته‌اند، عده‌ای علت آن را به چینی گذاری نسبت داده‌اند؛ از جمله Iwashita و همکاران که تنش‌های ناشی از اختلاف ضریب انقباض حرارتی فلز- چینی را علت اولیه تغییر شکل مارژین در طی مراحل پخت چینی گزارش کردند (۱۲).

Seymour و همکاران عمق شولدر در ناحیه مارژین را بررسی کردند و دریافتند که کاهش عرض شولدر باعث ایجاد مشکلات پرپودنتال و ظاهری نازیبا می‌گردد و عرض شولدر را ۱/۵-۱/۲ میلی‌متر پیشنهاد کردند (۱۳).

Boyle و همکاران مارژین‌های شولدر را با دو تکنیک Direct Lift با چینی مخصوص شولدر High Fusing و Platinum Foil با چینی بدنه معمولی مورد بررسی قرار دادند؛ آنها مستقیماً دقت مارژین را اندازه‌گیری کردند و با

شد؛ همچنین شیاری کم عمق به صورت طولی روی پایه دای فلزی در امتداد کوپینگ‌های فلزی ایجاد گردید.

دای‌ها شماره‌گذاری و با استفاده از VITA Die Relief تا حدود یک میلیمتری شولدر ریلیف شدند و از ماده چرب‌کننده Vita Dielub Lubricant استفاده گردید.

با استفاده از روش Sheet Wax و توسط یک اپراتور سرپوشه‌های مومی فرم داده شد؛ به همین منظور از موم ورق (England) Dentsply به ضخامت ۰/۵ میلیمتر استفاده گردید که روی دای‌ها خوابانده شد و یک میلیمتری ناحیه مارژین با موم اینله (USA; Kerr. Romulus) فرم داده شد. موم در ناحیه زاویه شولدر و دیواره محوری ختم شد.

سیلندگذاری مدل‌های مومی با استفاده از گچ Aurovest (Western.Germany; BEGO) B توصیه شده کارخانه با نسبت $\frac{60gr}{100ml}$ محلول/بود انجام شد. جهت آلیاژ نابل محلول حاوی ۵۰٪ آب و ۵۰٪ مایع مخصوص بود. اختلاط با استفاده از دستگاه Vacuum Mixer به مدت ۴۵ ثانیه و تحت فشار خلاً ۲۵ بار انجام شد.

پس از سخت شدن گچ سیلندرهای گروه A و B برای آلیاژ نابل (Jelstar) تا دمای ۸۵۰ درجه سانتیگراد و گروه C و D برای آلیاژ بیس متال (Silver Cast) تا دمای ۹۵۰ درجه سانتیگراد در کوره Burn Out گرم و به مدت ۳۰ دقیقه در همان دما نگه داشته شدند و سپس کستینگ انجام شد. گروه A و C روی مدل با عرض شولدر ۱ میلیمتر و گروه B و D روی مدل با عرض شولدر ۱/۵ میلیمتر ساخته شدند. پس از این مرحله، کوپینگ‌های فلزی روی دای مربوطه قرار داده شدند. پس از تنظیم ضخامت دیواره فلزی سرپوشهها (۰/۳ میلیمتری) عمل سندبلاست با ذرات اکسید آلومینیوم انجام گردید.

برای انجام اکسیداسیون سرپوشهها به مدت ۵ دقیقه در دمای ۹۸۰ درجه سانتیگراد بدون وکیوم در کوره Vacuumat (vita) 200 قرار گرفتند. آپک‌گذاری طی دو مرحله در دمای

۹۳۰ درجه سانتیگراد انجام شد. نحوه فرم دادن مارژین با روش Direct Lift و با استفاده از چینی مخصوص شولدر (Vita-Zahnfabrik Co. VMK68-N; Germany) انجام شد. با استفاده از محلول چرب‌کننده، ناحیه شولدر دای چرب گردید و چینی‌گذاری ناحیه شولدر سه بار تکرار شد تا شکاف حاصل از انقباض چینی اصلاح گردد. پخت در دمای ۹۳۰ درجه سانتیگراد انجام شد و پس از هر مرحله شکاف ناحیه مارژین اندازه‌گیری و ثبت گردید.

چینی عاج و مینا فرم داده و پخته شد و سپس در دومین مرحله تصحیح لازم صورت گرفت و در نواحی مورد نیاز چینی اضافه و دوباره در دمای ۹۲۰ درجه سانتیگراد پخته شد؛ مرحله گل‌یز در دمای دمای ۹۳۰ درجه سانتیگراد و بدون وکیوم بر اساس برنامه کوره فوق انجام شد.

پس از پخت چینی برای هر یک از سه مرحله ذکر شده اندازه‌گیری شکاف با روش مشاهده مستقیم از نمای جانبی که اندازه‌گیری Vertical Discrepancy را از کف شولدر تا محل چینی به دست می‌آورد، انجام و ثبت شد.

به منظور تثبیت موقعیت روکش، روی دای از وسیله پیچ‌شونده استفاده گردید و به وسیله میکروسکوپ (با بزرگنمایی ۴۰۰ برابر) میزان شکاف اندازه‌گیری شد.

اطلاعات به دست آمده با استفاده از آزمونهای یک و دو طرفه ANOVA و Duncan مورد تحلیل قرار گرفت و سطح معنی‌داری ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

مقایسه چندگانه گروههای مورد مطالعه، اختلاف معنی‌داری را از نظر آماری نشان داد. از نظر انطباق گروه C در رتبه اول و گروههای A، B و D به ترتیب در رتبه‌های بعدی قرار داشتند؛ همچنین مشخص شد که در مرحله پخت، میانگین شکاف مارژین شولدر پرسنل در گروهها ۲۵۵ میکرون بود.

کاهش نامحسوسی داشت؛ اختلاف بین گروهها معنی دار بود. در مرحله گلپز مجموع میانگین شکاف افزایش محسوسی داشت. بیشترین و کمترین تطابق به ترتیب مربوط به گروه C و B بود و گروههای A و D در حد بینابینی قرار داشتند؛ اختلاف بین گروهها معنی دار بود (جدول ۱) (نمودار ۱).
اثر نوع آلیاژ ($P=0/012$) و عرض شولدر ($P=0/000$) از نظر آماری معنی داری بود؛ به عبارت دیگر نوع آلیاژ و عرض شولدر بر انطباق مارژین تأثیر داشت.

آزمون مقایسه چندگانه Duncan در سطح معنی دار با $P=0/05$ اختلاف میانگین شکاف مارژین دو گروه B و D با عرض شولدر ۱/۵ میلیمتر با دو گروه A و C با عرض شولدر ۱ میلیمتر را از نظر آماری معنی دار نشان داد.
نتایج مقایسه اثر نوع آلیاژ و عرض شولدر و بررسی اثر متقابل آنها در جدول ۲ ارائه شده است.

اثر متقابل دو متغیر نوع آلیاژ و عرض شولدر به طور همزمان از نظر آماری معنی دار نبود ($P=0/709$).

جدول ۱- حدود اطمینان ۹۵٪ میانگین شکاف مارژین طی مراحل مختلف پخت چینی در تکنیک شولدر پرسنل ($\pm 2S.EX$) برحسب میکرون (با استفاده از ANOVA یک طرفه)

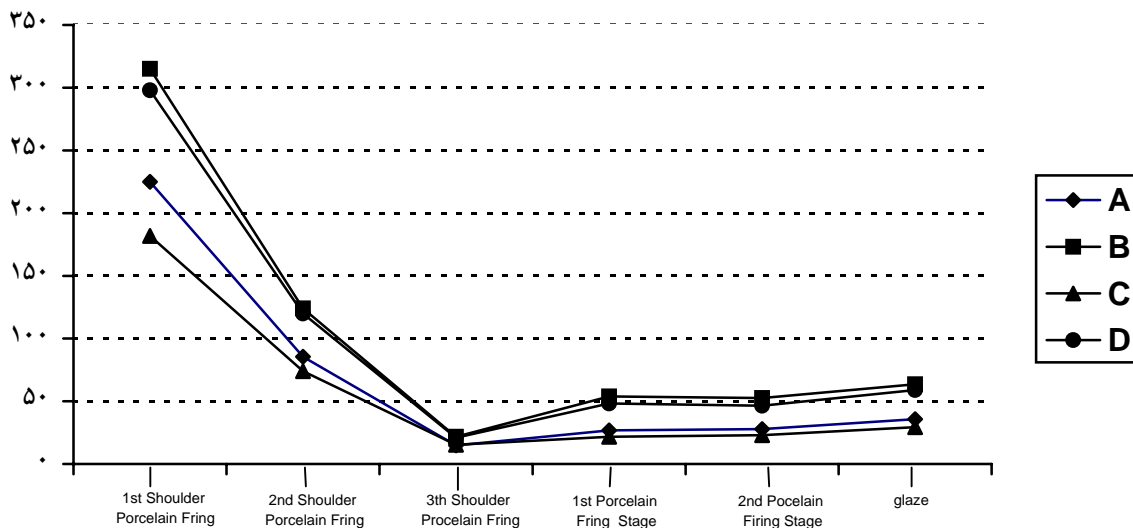
گلیز	۵	۴	۳	۲	۱	مراحل پخت چینی گروه*
۳۵/۷۰±۴/۸۲	۲۷/۹۰±۲/۱۴	۲۶/۹±۱/۲۲	۱۴/۷±۰/۶۶	۸۵/۵±۱۶/۰۸	۲۲۵±۲۴/۰۲	A نوع آلیاژ: Pd-Ag عرض شولدر: ۱ میلیمتر
۶۳/۵±۶/۴۸	۵۲/۵±۴/۸۶	۵۳/۸±۵/۰۲	۲۱/۶±۲/۶۰	۱۲۴/۰±۲۱/۸	۳۱۵±۱۱۵/۱	B نوع آلیاژ: Pd-Ag عرض شولدر: ۱/۵ میلیمتر
۲۹/۴±۴/۰۴	۲۳/۰±۱/۶۴	۲۱/۶۰±۲/۶۰	۱۵/۲۰±۱/۰۲	۷۴/۰±۵/۴۲	۱۸۲±۳۱/۴۸	C نوع آلیاژ: Cr-Ni-Be عرض شولدر: ۱ میلیمتر
۵۸/۹±۶/۴۴	۴۶/۷۰±۴/۲۴	۴۸/۳۰±۴/۴۲	۲۰/۸۰±۱/۸۸	۱۲۰±۱۵/۴۴	۲۹۸±۱۰۸/۵	D نوع آلیاژ: Cr-Ni-Be عرض شولدر: ۱/۵ میلیمتر

* تعداد در هر گروه ۱۰ عدد

۱: افزودن و پخت اولین شولدر پرسنل

۲: افزودن و پخت دومین شولدر پرسنل

۳: افزودن و پخت سومین شولدر پرسنل



Firing cycle

نمودار ۱- منحنی تغییرات شکاف عمودی مارژین چهار گروه از نمونه‌های ده تایی A، B، C و D طی مراحل مختلف پخت شولدر پرسلن و چینی بدنه

جدول ۲- آزمایش کاملاً تصادفی دو عاملی متغیرها: نوع آلیاژ- عرض شولدر (تأثیر همزمان اثرات)

Sig. of F	F	میانگین مربعات	درجه آزادی	مجموع مربعات	منبع تغییرات
-.000	۸۳-۰۲۸	۴۲۵۲-۶۲۵۲	۲	۸۵۰۵-۲۵۰	اثرات اصلی
-.۰۲۱	۵/۷۹۹	۷/۲۲۵۲۹۷-۰۲۵	۱۱	۲۹۶-۰۲۵	اثر نوع آلیاژ
-.۰۰۰	۱۶۰-۲۵۶	۸۲۰۸-۲۲۵	۱	۸۲۰۸-۲۲۵	اثر عرض شولدر
-.۷۰۹	-۱۴۱	۷-۲۲۵	۱	۷-۲۲۵	اثر متقابل نوع آلیاژ و عرض شولدر
-.۰۰۰	۵۵-۳۹۹	۲۸۳۷-۴۹۲	۳	۳۵۱۲-۴۷۵	رفتار
		۵۱-۲۱۹	۳۶	۱۸۴۳-۹۰۰	باقیمانده
		۲۶۵-۵۴۸	۳۹	۱۰۳۵۶-۳۷۵	جمع کل

بحث و نتیجه گیری

و همکاران (۷) که تطابق مارژین آلیاژهای نابل را بهتر گزارش کردند، مطابقت ندارد؛ این محققان علت احتمالی آن را تشکیل لایه‌ای ضخیم از اکسید در سطح داخلی ریختگی بیس متال اعلام کردند.

نتایج مطالعه حاضر مشخص کرد که عرض شولدر نسبت به نوع آلیاژ تأثیر بیشتری بر انطباق دارد؛ به طوری که گروه

در این مطالعه بررسی تأثیر عرض شولدر و نوع آلیاژ بر تطابق مارژین شولدر پرسلن طی پخت‌های مکرر چینی نشان داد که نوع آلیاژ بر انطباق مارژین تأثیر معنی‌داری دارد؛ همچنین آلیاژ بیس متال با مارژین تطابق بهتری دارد که با یافته‌های مطالعه Buchanan و همکاران (۶) و Dederich

A و C با دو نوع آلیاژ متفاوت اما با عرض شولدر ۱ میلیمتر در مقایسه با گروههای B و D با عرض شولدر ۱/۵ میلیمتر از انطباق بیشتری برخوردار بودند. Seymour و همکاران در گزارش خود اعلام کردند که کاهش عرض شولدر باعث مشکلات پرپودنتال و ظاهری نازیبی می‌گردد و شولدر ۱/۲ تا ۱/۵ میلیمتری را توصیه کردند (۱۳)؛ ولی در مطالعه حاضر عرض شولدر کمتر، باعث انطباق بهتر مارژین شد و با اضافه شدن دفعات پخت شولدر پرسن، فاصله عمودی مارژین کمتر شد؛ این یافته با مطالعه Weiner و Lomanto که افزایش تطابق مارژین را به افزایش تعداد دفعات تصحیح مارژین نسبت داده‌اند، مطابقت دارد (۱۴).

در مطالعه حاضر با افزایش درجه حرارت کوره مثلاً در مرحله گلپز با افزایش فاصله عمودی مواجه شدیم که با یافته‌های Boyle و همکاران (۱۵) و Belles و همکاران (۱۹) مطابقت دارد؛ علت پدیده فوق تغییر شکل و گردش مارژین چینی اعلام شده است.

در این مطالعه میانگین شکاف مارژین به دست آمده پس از گلپز، ۴۶/۹ میکرون بود؛ این میزان در برخی مطالعات ۱۴۵-۰ میکرون گزارش شده است (۱۴، ۱۵)؛ علت این تغییر وسیع، حساسیت زیاد تکنیک Direct Lift، مهارت تکنسین، تغییر شکل یا گردش مارژین چینی، دفعات تصحیح مارژین چینی و سمان کردن یا نکردن نمونه‌ها گزارش شده است.

با توجه به این که عوامل مختلفی در انطباق مارژین دخیل هستند و هر کدام به تنهایی می‌توانند بررسی شوند، اثر متقابل بین نوع آلیاژ و عرض شولدر وجود ندارد.

البته مطالعات فوق همگی در مورد روکشهای با طوق فلزی بوده است و تاکنون مطالعات کمی پیرامون بررسی تاثیر نوع آلیاژ، عرض شولدر و دفعات پخت چینی بر انطباق این نوع مارژین گزارش شده است.

منابع:

- 1- Sozio RB. The marginal aspect of the ceramo-metal restoration: the collarless ceramo-metal restoration. Dent Clin North Am 1977; 21(4): 787-801.
- 2- Rosenstiel ST, Martin F, Junhei F. The Text Book of Contemporary Fixed Prosthodontics. 2nd ed. St.Louis: 2001: 630-51.
- 3- 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.
- 4- DeHoff PH, Anusavice KJ. Effect of metal design on marginal distortion of metal-ceramic crowns. J Dent Res. 1984 Nov;63(11):1327-31.
- 5- Richter-Snapp K, Aquilino SA, Svare CW, Turner KA. Change in marginal fit as related to margin design, alloy type, and porcelain proximity in porcelain-fused-to-metal restorations. J Prosthet Dent 1988; 60(4): 435-9.
- 6- Buchanan WT, Svare CW, Turner KA. The effect of repeated firings and strength on marginal distortion in two ceramometal systems. J Prosthet Dent 1981; 45(5): 502-506.

-
- 7- Dederich DN, Svare CW, Peterson LC, Turner KA. The effect of repeated firings on the margins of nonprecious ceramometals. *J Prosthet Dent* 1984; 51(5): 628-30.
 - 8- Strating H, Pameijer CH, Gildenhuys RR. Evaluation of the marginal integrity of ceramometal restorations. Part I. *J Prosthet Dent* 1981; 46(1): 59-65.
 - 9- Gemalmaz D, Alkumru HN. Marginal fit changes during porcelain firing cycles. *J Prosthet Dent* 1995;73 (1): 49-54.
 - 10- Gemalmaz D, Alkumru HN. Marginal distortion of metal-ceramic restorations during the porcelain firing procedure. *J Marmara Univ Dent Fac* 1993; 1(4): 285-89.
 - 11- Tjan AH, Li T, Logan GI, Baum L. Marginal accuracy of complete crowns made from alternative casting alloys. *J Prosthet Dent* 1991; 66(2):157-64.
 - 12- Iwashita H, Kuriki H, Hasuo T, Ishikawa K, Hashimoto K. Studies on dimensional accuracy of porcelain fused to precious metal crown. The influence of the porcelain to the metal coping on porcelain fusing procedure (author's transl). *Shigaku* 1977; 65(1): 110-25. Japanese.
 - 13- Seymour K, Zou L, Samarawickrama DY, Lynch E. Assessment of shoulder dimensions and angles of porcelain bonded to metal crown preparations. *J Prosthet Dent* 1996; 75(4): 406-11.
 - 14- Boyle JJ Jr, Naylor WP, Blackman RB. Marginal accuracy of metal ceramic restorations with porcelain facial margins. *J Prosthet Dent* 1993; 69(1): 19-27.
 - 15- Lomanto A, Weiner S. A comparative study of ceramic crown margins constructed using different techniques. *J Prosthet Dent* 1992; 67(6):773-77.
 - 16- Chaffee NR, Lund PS, Aquilino SA, Diaz-Arnold AM. Marginal adaptation of porcelain margins in metal ceramic restorations. *Int J Prosthodont* 1991; 4(6): 508-16.
 - 17- Hunter AJ, Hunter AR. Gingival crown margin configurations: a review and discussion. Part I: Terminology and widths. *J Prosthet Dent* 1990; 64(5):548-52.
 - 18- Christensen GJ. Marginal fit of gold inlay castings. *J Prosthet Dent* 1966; 16 (2): 297-305.
 - 19- Belles DM, Cronin RJ Jr, Duke ES. Effect of metal design and technique on the marginal characteristics of the collarless metal ceramic restoration. *J Prosthet Dent* 1991; 65(5):611-19.