● مجلهٔ دانشگاه علوم پزشکی بابل، دوره هشتم، شمارهٔ ۱، زمستان ۱۳۸٤، صفحه ۳۳-۲۸
دریافت: ۸۳/۹/۳۰، پذیرش: ۸٤/٦/۱٦

تاثیر اصلاح حرارتی بر بهبود تطابق لبه ترمیمهای چینی با پشتوانه فلز با استفاده از آلیاژ فلزات پایه

شهین رکنی[۱*]، مهدیه سیفی[۲]، افسانه اخوان تفتی[۳]

۱-استاد گروه پروتز دانشکده دندانپزشکی دانشگاه مشهد ۲- استادیار گروه پروتز دانشکده دندانپزشکی مشهد
۳- استادیار گروه پروتز دانشکده دندانپزشکی بابل

سابقه و هدف: افزایش عمر ترمیم های چینی- فلز یکی از اهداف دندانپزشکی ترمیمی است و از مهمترین عوامل دستیابی به این هدف تطابق لبه است. در این مطالعه اثرات اصلاح حرارتی روی انطباق لبه ترمیم های چینی - فلز با آلیاژ پایه و گرانبها بررسی گردید.

مواد و روشها: ۴۰ مدل استاندارد ساخته شد. ۴۰ الگوی مومی بر روی مدلها تهیه گردید. ۳۰ نمونه با آلیاژ بیس و۱۰ نمونه با آلیاژ گرانبها ریخته شدند. اسکلت های فلزی روی مدل مربوطه نشانده، عدم تطابق لبه در۴۰ نمونه با کمک میکروسکوپ انعکاسی و بزرگنمایی ۲۰۰ اندازه گیری شد . نمونه ها به ۴ گروه ۱۰ تایی به شرح ذیل تقسیم شدند.
گروه I- پرداخت سطح بدنه فلزی نمونه ها - اکسیداکسیون - اندازه گیری gap مارژین. گروه II - اینوست کردن مجدد نمونه ها- درمان حرارتی به مدت ۲۰ دقیقه در حرارت ۱۱۰۰ درجه سانتیگراد. مراحل بعدی مشابه گروه I. گروه III - نمونه ها از فلز گرانبها تهیه شدند و مراحل کاری مشابه گروه II انجام شد. گروه IV - اکسیداسیون - اندازه گیری عدم تطابق مارژین - مراحل بعدی مشابه گروه I. داده ها با آنالیز واریانس یک عاملی، t - test و تست دانکن بررسی شدند.

یافته ها: میانگین عدم تطابق لبه در گروه I ازهمه گروه ها بیشتر و در گروه III کمتر بود. میانگین عدم تطابق لبه در گروه II از گروه IV کمتر و در نمونه های ریخته شده از آلیاژ پایه بیش از فلز گرانبها بود.

نتیجه گیری: اصلاح حرارتی اسکلت فلزی ترمیم های چینی- فلز تطابق لبه را بهبود می بخشد. در صورتیکه اسکلت فلزی قبل از انجام هر گونه آماده سازی سطح و اکسیداسیون، مجددا سیلندر گذاری شده و تحت درمان حرارتی قرار گیرد بهبود خوبی در تطابق لبه خواهد داشت.

واژه های کلیدی: *اصلاح حرارتی، آلیاژ بیس متال ،تطابق لبه ای، آماده سازی سطح.*

مقدمه

با توجه به وسعت استفاده از ترمیم های چینی - فلز برای بازسازی دندانهای تخریب شده یا جایگزینی دندانهای از دست رفته کمک به افزایش طول عمر این ترمیم ها یکی از اهداف دندانپزشکی ترمیمی است. یکی از مهمترین عوامل در دستیابی به این هدف تطابق لبه است زیرا عدم تطابق لبه باعث ایجاد پوسیدگی و مشکلات بعدی خواهد شد(۱). طبق تحقیقات بعمل آمده طی مراحل آماده سازی اسکلت فلزی برای چینی گذاری تطابق لبه روکش دستخوش تغییر می شود. بر اساس مطالعات گذشته عوامل اصلی این تغییرات عبارتند از: نوع آلیاژ، ایجاد اکسید فلزی روی سطح داخل اسکلت فلزی روکش، انقباض چینی در اثر حرارت،

▣ هزینه انجام این پژوهش در قالب طرح تحقیقاتی شماره ۸۲۱۱۹ از اعتبارات معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی مشهد تامین شده است.

[DOR: 20.1001.1.15614107.1384.8.1.4.4]

اختلاف ضرایب انبساط حرارتی بین چینی و فلز، طرح اسکلت فلزی و آزاد شدن استرس های جمع شده در مرحله ریختن فلز. این مطالعات همچنین نشان میدهند که آماده سازی سطح اسکلت فلزی برای چینی گذاری اثر استرس های جمع شده هنگام ریختگی را در تغییر لبه تقویت می کند. تحقیقات نشان می دهد که بیشترین عدم تطابق لبه در طی اولین مرحله حرارتی پخت پرسلن (اکسیداسیون) بوقوع می پیوندد. این تا حدود زیادی بدلیل عدم تشابه ضرایب انبساط حرارتی چینی – فلز است(۱). ولی ممکن است که اختلاف انبساط حرارتی دلیل اولیه تغییر شکل نباشد(۲).

اسکلت های فلزی که ابتدا آماده سازی سطح و بعد اکسیداسیون روی آنها انجام می شود باز شدگی لبه زیادی را نشان می دهند. اگر آماده سازی سطح و درمان حرارتی قبل از مرحله اول سیکل حرارتی پخت چینی انجام شود هیچ عدم تطابق لبه اضافی مشاهده نخواهد شد(۳). تمام تغییرشکل های لبه مربوط به مرحله اکسیداسیون است و هیچ عدم انطباق معنی داری ناشی از مراحل اپک گذاری و گذاشتن چینی بدنه و گلیز[1] مشاهده نشد. آنها همچنین نتیجه گرفتند، طوق فلزی پهنتر بطور معنی داری انطباق بهتری را نشان می دهد(۵و۴).

برای تمام نمونه هایی که از آلیاژهای مختلف ساخته می شوند، سختی (hardness) و مقاومت به تغییر شکل در اثر حرارت افزایش می یابد. آنها این مقاومت به تغییر شکل در برابر حرارت را عامل بهبود تطابق لبه ها دانستند و عنوان کردند اگر قبل از انجام سیکل حرارتی پخت پرسلن اسکلت فلزی تحت درمان حرارتی قرار گیرد تطابق لبه فلزی به نحو معنی داری افزایش خواهد یافت(۶). هدف از انجام مطالعه آن بود که نشان دهد آیا اصلاح حرارتی و ترتیب تقدم و تاخر مراحل اصلاح حرارتی و پرداخت سطح باعث بهبود تطابق لبه خواهد شد.

مواد و روشها

نحوه ساخت مدل استاندارد: به منظور استاندارد کردن مراحل کار تعداد ۴۰ مدل بروش تراشکاری از جنس برنز به همراه یک کلاهک فلزی از همان جنس ساخته شد. هر مدل فلزی دارای مشخصات ذیل می باشد: ارتفاع ۶ میلیمتر، قطر در ناحیه سرویکال ۵ میلیمتر، ختم تراش شولدر به عرض ۱ میلیمتر و تقارب دیوارهای محوری ۱۰ درجه است.

کلاهک فلزی طوری ساخته شد که وقتی روی مدل فلزی قرار می گیرد، فضایی معادل ۰/۵ میلیمتر در بالا و اطراف مدل باقی بماند. در قسمت فوقانی کلاهک سوراخی به قطر ۲ میلیمتر تعبیه شد که اضافات موم مذاب از آن خارج گردد. لبه داخلی کلاهک با لبه خارجی پله مانند مدل دارای تطابق کامل می باشد. لذا زمانی که موم فضای بین دو قسمت را پر نمود، هیچگونه موم اضافی در این ناحیه باقی نمی ماند. روی سطح فوقانی مدل یک فرورفتگی به ابعاد ۴×۱ میلیمتر تعبیه شد، تا از چرخش اسکلت فلزی بر روی مدل جلو گیری شود.

نحوه کار: سطح فوقانی و دیوارهای محوری مدل ها، تا ۱ میلیمتری زاویه داخلی شولدر بوسیله برس مخصوص از سه لایه (برابرμ۲۵) فضاساز پوشانده شدند. استفاده از این فضاساز به منظور ایجاد فضای سمان بین دای و کلاهک فلزی است. کاربرد فضاساز برای تمام نمونه ها توسط شخص عمل کننده که یک نفر بود انجام شد. پس از چرب نمودن دای و سطح داخلی کلاهک، با استفاده از یک قاشقک مخصوص، موم مخصوص کارهای ریختگی با حرارت یکنواخت و ملایم ذوب و داخل کلاهک ریخته شد و مدل داخل کلاهک قرار گرفت بلافاصله کل مجموعه برگردانده شد، تا سوراخ خروجی سیلندر به سمت بالا قرار گیرد و اضافات احتمالی موم از آن خارج شود.پس از آن الگو های مومی با موم اسپروی[2] ۱۰ گیج و با طول ۶ میلی متر اسپروگذاری شد. نمونه ها در سیلندر شماره ۳ که سطح داخلی آن با یک لایه فضاگذار پوشانده شده بود با گچ مخصوص کارهای ریختگی پر شد. اینوست برای این کار از گچ ریختگی از نوع فسفات باندد با نام تجاری Degovest از کارخانه Degussa انتخاب گردید و مطابق دستور کارخانه ۹۰گرم گچ با ۱۵/۷۵میلی لیتر مایع مخصوص آن مخلوط شد. الگوهای مومی روی فضای کننده فلز با فاصله مساوی از مرکز آن نصب گردید به

۱. مرحله نهایی پخت پرسلن که طی آن سطح پرسلن کاملا صاف و براق و شفاف می شود.

۲. اسپرو: لوله مومی که مسیر عبور فلز مذاب به داخل فضای سیلندر را باز نگه می دارد.

[DOR: 20.1001.1.15614107.1384.8.1.4.4]

صورتیکه الگوی مومی از لبه سیلندر ۶میلی متر فاصله داشت. سپس بر روی سطوح داخلی و خارجی الگو و اسپروها مایع مخصوص vacufilm[3] زده شد و ماده گچ مخصوص کارهای ریختگی به مدت ۱۵ ثانیه تحت خلا مخلوط شد و تمام سیلندر با دقت از آن پر شد. تمام سیلندرها پس از ۲۴ ساعت نگه داری در محیط مرطوب، داخل کوره حذف موم در حرارت ۹۰۰ درجه سانتی گراد به مدت ۳۰ دقیقه گذاشته شد. سپس ۳۰ تا از نمونه ها با آلیاژ سوپر کست و ۱۰ تا از آنها با آلیاژ گرانبها با نام تجاری degubend 4 با استفاده از دستگاه سانتریفوژ ریخته شدند. هر اسکلت فلزی بر روی مدل مربوطه نشانده شد و برای اندازه گیری فاصله عمودی لبه اسکلت فلزی تا خط خاتمه تراش مدل آماده گردید. نمونه های مربوط به هر گروه کدگذاری شدند. اندازه گیری بازشدگی لبه به وسیله میکروسکوپ انعکاس انجام شد. برای این کار هر نمونه داخل گیره مخصوص تحت نیروی ثابت قرار گرفته، زیر میکروسکوپ بازشدگی لبه (در۴ ناحیه از پیش تعیین شده) با بزرگنمایی ۲۰۰ اندازه گیری شد.

تقسیم بندی گروه ها: پس از طی مراحل فوق ۴۰ نمونه به ۴ گروه ۱۰ تایی تقسیم شدند و مراحل کار بترتیب زیر ادامه پیدا کرد:

گروه I– در این گروه سطح بدنه فلزی با استفاده از مولتها و دیسک های اکسید آلومنیم آماده سازی شد و سپس تحت سیکل حرارتی اولیه اکسیداسیون در حرارت ۹۸۲ درجه سانتیگراد به مدت ۱۰ دقیقه قرار گرفته و بازشدگی لبه اندازه گیری شد.

گروه II – در این گروه نمونه ها بعد از آماده شدن الگوی فلزی و پس از اندازه گیری بازشدگی لبه، مجدداً سیلندر گذاری شده، داخل کوره تحت درمان حرارتی (به مدت ۲۰ دقیقه و حرارت ۱۱۰۰ درجه سانتیگراد) قرار گرفتند. سپس نمونه ها گچ زدایی شده با استفاده از مولت ها و دیسک های اکسید آلومینیم آماده سازی شدند و پس از انجام مرحله اکسیداسیون (حرارت ۹۸۲ درجه سانتیگراد) مجددا بازشدگی لبه اندازه گیری گردید.

گروه III – این گروه شامل نمونه های فلز گرانبها است که بعد از آماده شدن الگوی فلزی و اندازه گیری بازشدگی لبه، نمونه ها مجدداً سیلندر گذاری و تحت درمان حرارتی مانند نمونه های گروه II قرار گرفت. تمام مراحل انجام شده برروی گروه II برای گروه III تکرار شد و در نهایت بازشدگی لبه مارژین اندازه گیری گردید (حرارت اکسیداسیون ۹۵۰ درجه سانتیگراد بود).

گروه IV – در این گروه بعد از نشاندن الگوی فلزی روی مدل و اندازه گیری بازشدگی لبه، نمونه ها جهت انجام درمان حرارتی (اکسیداسیون) به کوره چینی منتقل شده و تحت حرارت ۹۸۲ درجه سانتیگراد قرار گرفتند و بدنبال آن بازشدگی لبه اندازه گیری شد. سپس روی نمونه ها آماده سازی سطح انجام شد و مجدداً تحت اکسیداسیون در کوره چینی (در حرارت ۹۸۲ درجه سانتیگراد) قرار گرفت و پس از آن بازشدگی لبه اندازه گیری شد.

یافته ها

نتایج حاصل از اندازه گیری فاصله عمودی بین اسکلت فلزی و خط خاتمه تراش پس از انجام ریختگی نمونه ها و مراحل مختلف کار برای گروه۱ که با استفاده از میکروسکوپ انعکاسی با بزرگنمایی ۲۰۰ اندازه گیری شد، در جدول ۱ آمده است.

جدول ۱. میانگین اندازه gap مارژین در گروه ۱ پس از casting و مراحل مختلف کار

گروه	فاصله (میکرون) پس از Casting		فاصله (میکرون) پس از آماده سازی سطح و اکسیداسیون	
	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار
I	۳۵	۳۵/۵۵	۹۱/۷۵	۴/۰۰۵۲

نتایج حاصل از اندازه گیری فاصله عمودی بین اسکلت فلزی و خط خاتمه تراش پس از انجام ریختگی نمونه ها مراحل مختلف کار برای گروه ۳ و ۲ که با استفاده از میکروسکوپ انعکاسی با بزرگنمایی ۲۰۰ اندازه گیری شد، در جدول ۲ آمده است. نتایج حاصل از اندازه گیری فاصله عمودی بین اسکلت فلزی و خط خاتمه تراش پس از انجام ریختن نمونه ها مراحل مختلف کار برای گروه ۴ که با استفاده از میکروسکوپ انعکاسی با بزرگنمایی ۲۰۰ اندازه گیری شد، در جدول ۳ آمده است. برای بررسی اختلاف بین روش های انتخابی در گروه های I,II,IV (فلزات پایه) در ایجاد

[3]. مایع مخصوص برای کاهش نیروی کشش سطحی الگوی مومی

[DOR: 20.1001.1.15614107.1384.8.1.4.4]

بازشدگی مارژین از آزمون آنالیز واریانس یکی عاملی ANOVA استفاده گردید، که نتایج نشان داد بین میانگین میزان بازشدگی لبه در گروه های مختلف این مطالعه از نظر آماری اختلاف معنی دار است($p<۰/۰۰۰$). برای مقایسه دو به دو در این سه گروه از آزمون دانکن استفاده گردید. نتایج آزمون نشان می دهد، در سطح ۵٪ هر سه گروه بصورت دو به دو با هم اختلاف معنی دار داشتند. برای مقایسه بین دو گروه II (فلز پایه) و گروه III گرانبها که آماده سازی نمونه ها مشابه هم بود از آزمون t - test استفاده شد. نتایج نشان میدهد که در سطح ۵٪ اختلاف معنی داری بین میانگین دو گروه وجود دارد. مقایسه میانگین بین گروه II و III پس از سیلندرگذاری مجدد و اکسیداسیون در سطح ۵٪ اختلاف معنی دار نشان داد.

جدول ۲. میانگین اندازه gap مارژین در گروه ۳ و ۲ پس از casting و مراحل مختلف کار

گروه	فاصله (میکرون) پس از casting		فاصله (میکرون) پس از سیلندر گذاری مجدد		فاصله (میکرون) پس از اکسیداسیون	
	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین
II	۲/۷۲	۲۵/۱۲۵	۲/۳	۳۴/۳۷۵	۳/۵۲	۴۴
III	۴/۲۴	۱۷/۲۵	۵/۷۴	۲۸/۲۵	۶/۷۴	۳۶/۲۵

جدول ۳. میانگین اندازه gap مارژین در گروه ۴ پس از casting و مراحل مختلف کار

گروه	فاصله (میکرون) پس از casting		فاصله (میکرون) پس از اکسیداسیون		فاصله (میکرون) پس از اکسیداسیون مجدد	
	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین
IV	۴/۳	۲۸/۱۲۵	۵/۷۲	۴۲/۳۷۵	۷/۵۱	۵۶/۳۷۵

بحث و نتیجه گیری

در مقایسه با نتایج بدست آمده بوسیله سایر محققین مطالعه حاضر نیز نشان داد بعد از درمان حرارتی آلیاژ مصرفی، کاهش قابل ملاحظه ای در تغییرات لبه روکش مشاهده شد و تطابق لبه روکش بهبود یافت. طبق تحقیقات انجام شده بیشترین تغییر لبه در ترمیمهای چینی – فلز مربوط به مرحله اکسیداسیون (Degassing) اسکلت فلزی می باشد(۸و۷و۵و۴و۳). یکی از دلایل ذکر شده برای این تغییر آزاد شدن استرسهای القایی در اسکلت فلزی در حرارتهای بالا می باشد(۷و۳). مطالعات نشان میدهد که پرداخت سطح اسکلت فلزی میتواند اثر استرسهای جمع شده در زمان ریختن فلز روی بازشدگی لبه را تقویت کند(۳). در هر چهار گروه مورد مطالعه در تحقیق فوق پس از اولین مرحله حرارت دهی اسکلت فلزی و نشاندن آنها روی مدل مربوطه بازشدگی لبه مشاهده شد که نشان دهنده تاثیر حرارت بالا روی ریختگی و احتمالاً آزاد شدن استرسهای القایی است که با مطالعاتCampbell و Pelletier, Cambpell Bridger Nicholass وpelletier همخوانی داشت .آنها آزاد شدن استرس های ایجاد شده در زمان ریختگی را به هنگام اکسیداسیون باعث ایجاد عدم انطباق لبه دانستند(۹و۵و۴و۳). در مطالعه اخیر گروه اول بیشترین میزان بازشدگی لبه را نشان داد که نشانگر اثر تقویت کننده پرداخت سطح بدنه فلزی روی آزاد شدن استرسهای زمان ریختن فلز است که این نتیجه نیز با تحقیقات Bridger & Nicholls Pelletier,Campbell همخوانی دارد(۹).

[DOR: 20.1001.1.15614107.1384.8.1.4.4]

مطالعه P.W.Fleetwood و J.Fischer در سال ۲۰۰۰ نشان داد که بدنبال درمان حرارتی نمونه های مورد مطالعه بدلیل افزایش مقاومت به تغییرات حرارتی، میزان تطابق لبه در این نمونه ها بهتر از نمونه هایی بود که کار به روش روتین روی آنها انجام شده بود که نتایج مطالعه حاضر با آن همخوانی دارد(۶). مقایسه گروه فلز پایه (II) و فلز گرانبها (گروه III) نشان داد که میزان بازشدگی لبه بعد از ریختن فلز در گروهII بیشتر از گروهIII بود یعنی انطباق مارژین در گروه فلز گرانبها بهتر از گروه فلز پایه است که با تحقیق Buchana و همکارانش (۱۹۸۱) و MC Lean همخوانی دارد(۱۱و۱۰).

پس از انجام مرحله اکسیداسیون در گروه II و III میزان بازشدگی لبه در گروه II بیشتر از گروه III بود و از طرف دیگر مقایسه بازشدگی لبه ایجاد شده در گروه II بطور معنی داری کمتر از گروه I بود، که به دلیل آزاد شدن استرس های درونی القا شده در زمان ریختن فلز به هنگام سیلندر گذاری مجدد و درمان حرارتی در درجه حرارت بالاتر از اکسید اسیون می باشد در نتیجه پس از اکسیداسیون بازشدگی لبه بطور معنی داری کمتر بود. این یافته نیز با مطالعات Pelletier & Campbell (۵و۴و۳) و Gemalmaz و Alkumuru سازگار بود(۸).

با توجه به یکسان بودن شرایط کار تا مرحله ریختن فلز در هر ۴ گروه، میزان بازشدگی لبه در گروه III نسبت به گروههای دیگر بطور معنی داری ($p<۰/۰۵$) کمتر بود که مربوط به نوع فلز مصرفی (فلز گرانبها) می باشد. این نتیجه موید تحقیق Buchana و همکارانش است که عدم انطباق لبه بیشتری را در آلیاژ Ni - Cr نسبت به آلیاژ Au– pt –pd گزارش کردند(۱۰). همچنین Peterich و همکارانش کمبود تطابق لبه در روکش های Cu- Pd را مربوط به مقاومت در برابر خزش کم آلیاژ دانستند(۱۰و۹). بر مبنای مطالعه حاضر یکی از فاکتورهای اتیولوژیک موثر در عدم انطباق لبه، آزاد شدن استرس های درونی القاء شده در زمان ریختن فلز شناخته می شود. انتخاب یکی از دو روش پیشنهادی زیر می تواند باعث کاهش میزان بازشدگی مارژین ناشی از مرحله اکسیداسیون اسکلت فلزی روکش چینی با پشتوانه فلز شود.

۱) اسکلت فلزی بعد از جدا شدن از گچ ریختگی و تمیز شدن و قبل از هر گونه دستکاری اضافه تحت اکسیداسیون قرار گیرد و بعد از آن سایر مراحل بصورت معمول انجام شود.

۲) اسکلت فلزی پس از سرد شدن سیلندر و گچ زدایی به مدت۲۰ دقیقه در درجه حرارت بالاتراز اکسیداسیون (در این تحقیق ۱۱۰۰ درجه سانتیگراد) تحت درمان حرارتی قرار گیرد. هر کدام از این روشها باعث کاهش معنی داری در میزان کم شدن انطباق لبه در طی مرحله اکسیداسیون می شود. سپس اسکلت فلزی می تواند برای کاربرد چینی پرداخت و اکسید شود.

تقدیر و تشکر

بدینوسیله از زحمات و پشتیبانی شورای محترم پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی مشهد که هزینه انجام این طرح تحقیقاتی را در اختیار ما قرار دادند، تقدیر و تشکر می گردد.

****

References

1. Iwashita AH, Kuriki H, Hasuo T, et al. Studies on dimentional accuracy of porcelain fused to precious metal crowns: The influence of the porcelain to the metal coping on the porcelain fusing procecdure. Shigaku 1977; 65(1): 110–25.

2. Anusaviea KG. Effect of metal distortion of metal ceraminc. J Dent Res 1984; 63: 1327–31.

3. Campbell D, Pelletier B. Effect of firing cycle and surface finishing on of metal ceramic casting. JPD 1995; 74: 476.

4. Campbell D, Pelletier B. Thermal cycling distortion of metal ceramic. Part I metal collar width. JPD 1992; 67: 603–8.

5. Campbell D, Pellertier B. Thermal cycling distortion of metal ceramic. Part II, Etiology. JPD 1992; 67: 603–8.

6. Fischer J, Fleetwood PW. Improving the processing of high gold metal ceramic frameworks by pre-firing heat treatment. Science Direct Dental Material 2000; pp: 109-13.

[DOR: 20.1001.1.15614107.1384.8.1.4.4]

7. Ho EK, Darvell BW. A new method for casting discrepancey: same results for aphosphate–bonded. Investment J Dent 1998; 26: 59–68.

8. Gemalmaz D, Aykumura H. Marginal fit changes during porcelain firing cycle. JPD 1995; 75: 39 –54.

9. Nichollas JI, Bridger DV. Distortion of ceramometal fix partial denture during the firing cycle. JPD 1981; 45; 507–14.

10. Buchana WT, Svare CW, Turner KA. The effect of repeated firing and strenght distortion in two ceramometal systems. JPD1981; 45: 502–6.

11. Mc Lean YW. The science and art of dental ceramics, Vol one, Chicago, Quintessence Co 1979.

* آدرس نویسنده مسئول: مشهد، دانشکده دندانپزشکی، گروه پروتز، تلفن: ۱۵-۸۸۲۹۵۰۲-۰۵۱۱.

rokniorahmani@yahoo.com

[DOR: 20.1001.1.15614107.1384.8.1.4.4]