مقایسه‌ی تاثیر دو روش الکتروفرمینگ (Electroforming) و معمول بر هماهنگی لبه‌ای در شرایط آزمایشگاهی (In vitro)

مهران نوربخش [*]، عزت ا... جلالیان [**]، راحله باغبانباشی [***]، مهسا سلیمانی [***]

[*] استادیار گروه پروتز ثابت دانشکده‌ی دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی دانشگاه آزاد اسلامی تهران، تهران، ایران
[**] دانشیار گروه پروتز ثابت دانشکده‌ی دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی دانشگاه آزاد اسلامی تهران، تهران، ایران
[***] دندانپزشک

چکیده

بیان مساله: ترمیم‌های متال- سرامیک در دندانپزشکی استفاده‌ی گسترده‌ای دارند. یکی از مشکلات بزرگ در درمان‌های پروتز ثابت حتی در ترمیم‌هایی که خوب فراهم شده‌اند نبود هماهنگی کافی میان لبه‌ی ترمیم و دندان است.

هدف: هدف از این پژوهش، مقایسه‌ی تاثیر دو روش ساخت کوپینگ الکتروفرمینگ (Electroforming) و Conventional بر هماهنگی لبه‌ی ترمیم‌های PFM بود.

مواد و روش: در این پژوهش تجربی، در آغاز دای فلزی استاندارد تهیه گردید و پس از قالب‌گیری از آنها ۲۰ دای گچی فراهم شد که به گونه‌ی تصادفی به دو گروه ۱۰ تایی تقسیم گردید. در گروه نخست روکش PFM به روش معمول (Casting) و در گروه دوم، روکش PFM به روش الکترو فرمینگ فراهم شد. شکل و ضخامت متال و سرامیک در همه‌ی نمونه‌ها یکسان بود. پس از سمان کردن نمونه‌ها بر روی دای و سپس مانت کردن آنها در رزین شفاف و سایش آنها، نمونه‌ها در زیر میکروسکوپ الکترونی بررسی شدند. سپس داده‌ها تعیین و با استفاده از آزمون تی (T) داوری آماری گردیدند (α =۰/۰۵).

یافته‌ها: میانگین و SD (انحراف معیار) هماهنگی نداشتن در گروه معمول ۱/۲۸±۱۱/۱۶ میکرون و در گروه الکتروفرمینگ ۰/۷۹±۳/۱۳ میکرون گزارش شد. آزمون تی نشان داد که تفاوت دو گروه معنادار بود ($p <$ ۰/۰۰۱).

نتیجه‌گیری: با توجه به نتایج به دست آمده از این بررسی روکش‌های ساخته شده به روش الکتروفرمینگ هماهنگی لبه‌ای بهتری نسبت به روش معمول داشته است.

واژگان کلیدی: روش الکتروفرمینگ، روش Conventional ، هماهنگی لبه

تاریخ دریافت مقاله: ۹۰/۲/۷ ، **تاریخ پذیرش مقاله:** ۹۰/۱۲/۲ ، *J Dent Shiraz UnivMed Sci J 2012;Supplement: 408-413* **مقاله‌ی پژوهشی اصیل**

نویسنده‌ی مسوول مکاتبات: عزت ا... جلالیان. تهران، خیابان پاسداران، نیستان دهم، دانشکده‌ی دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی آزاد اسلامی، گروه پروتز ثابت تلفن: ۳-۲۲۵۶۴۵۷۱-۰۲۱ پست الکترونیک: dr_e_jalalian@yahoo.com

درآمد

یکی از مشکلات بزرگ در درمان پروتز ثابت این است که حتی در مورد ترمیم‌هایی که به خوبی فراهم شده‌اند نبود هماهنگی کافی میان لبه‌ی ترمیم و دندان وجود ندارد [۱ و ۲]. یکی از مهم‌ترین المان‌ها در موفقیت یک ترمیم که عبارت است از هماهنگی لبه‌های ترمیم با دندان تراش خورده، تطابق لبه‌ایی است. اگر هماهنگی مناسبی وجود نداشته باشد به علت حلالیت سمان‌های دندانپزشکی، سمان اکسپوز و در محیط دهان به سرعت حل می‌شود [۳]. از آن‌جا که هماهنگی لبه یکی از مهم‌ترین عوامل موفقیت بالینی طولانی مدت ترمیم‌هاست، نبود هماهنگی کافی از شایع‌ترین دلایل شکست درمان است [۳]. همکنون در تهیه‌ی ترمیم‌های متال- سرام از روش معمول استفاده می‌شود [۴]. ترمیم متال- سرام شامل یک فریم فلزی یا کوپینگ است که روی دندان تراش خورده قرار می‌گیرد و سرامیک به فریم متصل می‌شود [۵]. این ترمیم در سال ۱۹۵۶ توسط برکر (Brecker) معرفی شد [۶]. متال سرام‌ها هنوز به گونه‌ی گسترده در روکش‌ها و بریج‌ها به کار می‌روند. روش رایج برای ساخت این ترمیم روش کستینگ حذف موم است [۷]. اگر هماهنگی لبه‌ای مناسبی میان دندان و روکش وجود نداشته باشد یا به بیانی فاصله‌ی میان دندان تراش خورده و روکش در ناحیه‌ی لبه‌ها زیاد باشد به علت خاصیت حلالیت سمان‌های دندانپزشکی، سمانی که در برابر محیط دهان قرار گرفته به سرعت حل می‌شود [۸]. افزون بر آن، خطر میکرولیکیج و ایجاد بیوفیلم قوی و در نتیجه خطر پوسیدگی، التهاب لثه، پالپ و بیماری‌های پریودنتال را افزایش می‌دهد و حتی می‌تواند به از دست رفتن دندان بینجامد [۴ و ۹].

یکی از راه‌های جلوگیری از این مشکل استفاده از روش الکتروفورمینگ است که نخستین بار در سال ۱۹۶۱ توسط آرمسترونگ (Armstrong) و روگرس (Rogers) معرفی شد [۱، ۱۰ و ۱۱]. روگرس در سال ۱۹۶۱ واژه‌ی الکتروفورمینگ را برای ساختن اینله ریختگی از جنس طلا به کار برد. در سال‌های بعد این واژه برای ترمیم پرسلنی با کوپینگ طلا استفاده شد. تفاوت الکتروفورمینگ و الکتروپلیتینگ در ضخامت فلز است که روش اصلی الکتروفورمینگ با محلول پرخطری بابیس سیانید به دست می‌آمد. اما ویسمن (Wisman)، الکترولیت بدون سیانید را فراهم کرد، گرچه این روند مشکل و گران بود. بیشتر فرآورده‌های الکتروفورمینگ به مراکز الکتروپلیتینگ در آلمان محدود می‌شد اما در ۱۹۹۱ سیستم الکتروفورمینگ گرام (Gramm) معرفی شد. این سیستم برای روند آزمایشگاهی کوتاه مدت مناسب است و در آن از محلول الکترولیت سولفات آمونیوم طلا استفاده می‌شود [۱۲]. برتری‌های روش الکتروفورمینگ نسبت به روش Conventional بر این پایه هستند: زیبایی [۱ و ۷]، تغییرات ابعادی کمتر، هماهنگی بهتر، کم کردن مراحل آزمایشگاهی، کاهش تخلخل، مقاومت زیاد پس از مراحل پرسلن‌گذاری [۷]. ساختمان کریستالی طلای خالص پس از پرسلن‌گذاری به روش الکتروفرمینگ به دنبال آزمون هاردنس به گونه‌ی میانگین ۵۰ میکرون بوده، در صورتی‌که در روش Conventional ۴۰۰ میکرون است [۱۳]. از معایب این روش گران بودن مواد و مراحل آزمایشگاهی آن است [۱۲].

در برخی از بررسی‌ها همچون بررسی کوکوبو (Kokubo)، بوسو (Buso) و ستز (Setz) گزارش شده است که میزان شکاف (Gap) لبه با استفاده از این روش نسبت به دیگر روش‌ها کاهش می‌یابد [۱، ۱۰، ۱۱ و ۱۴]، در صورتی‌که در بررسی دیگری تفاوت چندانی میان دو روش دیده نشده است [۱۵]. با توجه به ناهمخوانی‌های یاد شده و ناکافی بودن پژوهش‌های موجود، هدف از این پژوهش مقایسه‌ی تاثیر هماهنگی لبه در دو روش الکتروفورمینگ و Conventional بود.

مواد و روش

روش پژوهش از گونه‌ی (دوسوکور) بود که طی آن دو روش به گونه‌ی آزمایشگاهی بررسی شدند (روش دو سویه کور (Double Blind))، از طریق رمز دار کردن نمونه‌ها انجام شده و فرد عمل کننده و بررسی کننده از گونه‌ی روکش ساخته شده اطلاعی ندارند).

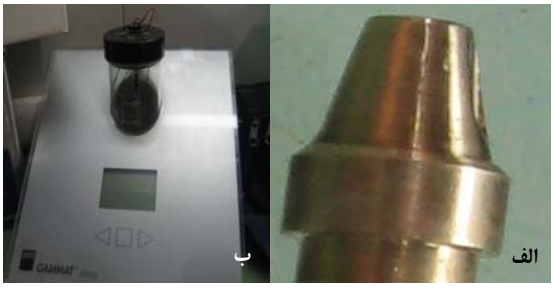
در این پژوهش همانند بررسی مجیا (Mejia) و همکاران، از یک دای استاندارد (Stainless steel standard die) به ابعاد ۷ میلی‌متر ارتفاع، ۸ میلی‌متر عرض در قاعده و ۵ میلی‌متر عرض در لبه‌ی اینسیزال استفاده شد. درجه‌ی تقارب دای (Die) ۱۰ درجه و طرح تراش بول شولدر (Shoulder bevel) به عرض ۱ میلی‌متر بود (نگاره‌ی ۱ الف) [۱۶]. از روی دای اصلی ۲۰ قالب پلی‌وینیل سایلوکسان (Panasil, Kettenbach / GmbH & Co. KG. Postfach Eschenburg / Germany) به وسیله‌ی قالب‌گیری با دست و بر پایه‌ی دستور کارخانه‌ی سازنده و با استفاده از دای استاندارد انجام شد. از این قالب‌ها ۲۰ نمونه‌ی گچی به وسیله‌ی

گچ ولمیکس گونه‌ی (Fuji Rock; GC CROP) IV فراهم گردید. به ازای هر ۱۰۰ گرم گچ ۲۰ میلی‌لیتر آب بر پایه‌ی دستور کارخانه‌ی سازنده افزوده شد. سپس لایه‌ی دای اسپیسر (Die spacer) را به ضخامت ۲۵ میکرون (KG / Muhnhausen / Germany) زده و ۲۰ نمونه گچی به گونه‌ی تصادفی به دو گروه ۱۰ تایی تقسیم شدند. کوپینگ‌های گروه نخست به وسیله‌ی روش Conventional و گروه دوم به وسیله‌ی روش الکتروفورمینگ (Gold electroforming system (GES; Gramm)) فراهم گردید [۱۱].

در روش Conventional ۱۰ دای گچی با ضخامت یکسان (۰/۳ میلی‌متر) واکس آپ شدند. پس از اسپروگذاری الگوی مومی در درون تیوب همراه اینوستمنت فسفات باندد (هر ۱۰۰ گرم ۴۰ سی سی آب) سیلندرگذاری و با آلیاژ (Degubond- 4) ریخته شد. سپس، اسپرو قطع گردید و ناصافی‌های سطح فرام (Frame) فلزی توسط پالیش روکش از میان رفت. سطح پرسلنی توسط اکسید آلومینیوم ساییده شد [۱۱]. پرسلن بر پایه‌ی دستور کارخانه‌ی Vita vm 13 در چهار لایه (Enamel, Dentin, Basedentin, Opaque) قرار داده شد. در نهایت همه‌ی نمونه‌ها گلیز شدند.

در روش الکتروفورمینگ یک سیم مسی کوچک در ۲ میلی‌متر پایین‌تر از آخرین خط در ناحیه‌ای که یک گودی دریل شده بود، وصل شد. لاک نقره روی دای بالای Finish line و مقداری تا سیم مسی زده شد. دای در درون محلول الکترولیت طلا در کاتد قرار گرفت و زمان دستگاه برای ضخامت ۰/۲ میلی‌متر تنظیم شد (نگاره‌ی ۱ ب). وقتی روند الکتروفورمینگ کامل گردید، سیم مسی قطع و لاک نقره توسط اسید نیتریک و گچ از کوپینگ در پاک کننده در اولتراسونیک از میان برداشته شد. پرسلن‌گذاری طی دو مرحله انجام گردید. مرحله‌ی نخست شامل قرار دادن گالوانو (Galvano) به سطح فرام طلا و مرحله‌ی دوم شامل قرار دادن این پرسلن بر پایه‌ی دستور کارخانه‌ی سازنده Vita vm 13 در چهار لایه اوپک، دنتین بیس، دنتین و انامل بود [۱].

۲۰ نمونه‌ی تهیه شده در بلوک آکریلی قرار داده شد و هر نمونه به گونه‌ی افقی روی پلیت مخصوص میکروسکوپ الکترونی قرار گرفت و توسط میکروسکوپ SEM (XL30, Nikon, Germany) با بزرگنمایی ۱۶ برابر (بیشترین اندازه: ۲۰۰) که میزان بزرگنمایی و به طور کلی روش استفاده بر پایه‌ی دستور خود کارخانه بوده است، بررسی شد. سپس شکاف لبه در ۵۰ نقطه از هر نمونه اندازه‌گیری گردید. پس از مشخص شدن داده‌ها و تعیین میانگین و انحراف معیار (Standard Deviation) دامنه‌ی تغییرات جهت داوری آماری از آزمون تی استفاده شد.



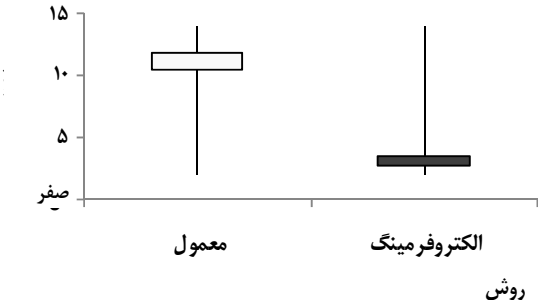
نگاره‌ی ۱ الف *دای استاندارد* ***ب*** *دستگاه الکتروفرمینگ*

جدول ۱ *میانگین و انحراف معیار میزان نبود هماهنگی لبه‌ای بر پایه‌ی روش تهیه‌ی کوپینگ فلزی*

میزان شکاف / گروه‌ها	شمار نمونه‌ها	میانگین	S. D.
روش معمول	۱۰	۱۱/۱۶۱۰	۱/۲۸۲۹
روش الکتروفورمینگ	۱۰	۳/۱۳۲۰	۰/۷۹۷۵

یافته‌ها

این پژوهش تجربی، که مقایسه‌ی دو روش تهیه‌ی ترمیم‌های متال سرام در هماهنگی لبه‌ای بود و در ۲۰ عدد نمونه در شرایط آزمایشگاهی انجام گرفت دارای نتایج زیر است (جدول ۱). در این پژوهش، میانگین شکاف در روش الکتروفرمینگ ۰/۷۹±۳/۱۳ پ (نگاره‌ی ۲ الف) و در روش Conventional ۱/۲۸±۱۱/۱۶ (نگاره‌ی ۲ ب) به دست آمد.



نمودار ۱ *نمودار دامنه‌ی تغییرات در دو روش تهیه‌ی کوپینگ فلزی*

آزمون کلموگرو اسمیرنو نشان داد که داده‌ها دارای توزیع

طبیعی بودند بنابراین، جهت داوری آماری از آزمون تی استفاده گردید ($p < ۰/۰۰۱$). با استفاده از این آزمون تفاوت آماری معنادار میان دو روش معمول و الکتروفرمینگ دیده شد.

بحث

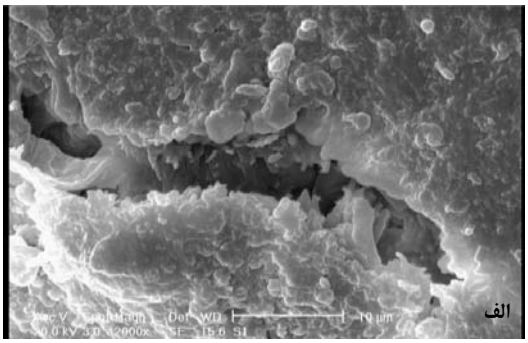
هدف از این بررسی، مقایسه‌ی تاثیر دو روش الکتروفورمینگ و Conventional بر هماهنگی لبه (به روش آزمایشگاهی) بود. میزان شکاف روکش‌ها یک عامل موثر بر تجمع پلاک، عود پوسیدگی و بیماری‌های پریودنتال است [۱]. روش Conventional دارای مراحل آزمایشگاهی زیاد است که می‌تواند اثر منفی روی مهر و موم ترمیم بگذارد. در کنار این امر روش‌های بالینی متفاوت همچون طرح لبه، ماده‌ی قالب‌گیری، گونه‌ی سمان، مسیر نشست و برخاست، شیار گیردار و غیره می‌تواند تغییرات لبه‌ای را افزایش دهد. در بررسی کنونی از سمان استفاده نشد که این امر می‌تواند بر نتیجه‌ی نهایی اثر گذار باشد [۱۰].

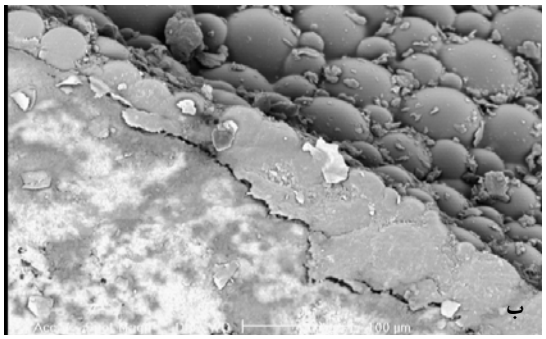
در ترمیم‌های زیبایی یکی از مشکلات بزرگ، برداشت میزان زیادی از بافت دندان جهت گذاشتن ضخامت مناسب فلز- پرسلن اپک- پرسلن بادی و انسیزال است. از سویی دیگر، وجود کولار فلزی باعث ایجاد یک نمای بد رنگ می‌شود حتی اگر این کولار در زیر لثه باشد باعث فرسودگی لثه و دیده شدن این نمای سیاه رنگ فلز می‌شود. وجود طلا در Collar دارای زیبایی بیشتری نسبت به دیگر آلیاژهای متال سرام است. از سویی به علت ضخامت کم کوپینگ طلا در روش الکتروفورمینگ میزان کمتری از بافت دندان برداشته می‌شود. همچنین پژوهش دیگری نشان داد که این روش دارای هماهنگی مارجینال عالی است [۱۱].

نتایج بررسی کنونی نشان داد هماهنگی لبه‌ای ترمیم‌های متال سرام ساخته شده به روش الکتروفورمینگ در مقایسه با روش معمول بیشتر است. این نتایج با یافته‌های هلمز (Holmes) و همکاران، که به بررسی هماهنگی لبه‌ی روکش‌های متال سرام فراهم شده به دو روش الکتروفورمینگ و Conventional پرداختند، همانند است. آنها در این پژوهش که بر روی ۱۰ دندان پیشین کشیده شده با طرح تراش چمفر عمیق انجام دادند، هماهنگی لبه‌ای بهتر را در روش الکتروفورمینگ گزارش کردند [۱۱]. همچنین ستز و همکاران، به بررسی هماهنگی لبه‌ای روکش‌های گالوانوسرامیک سمان شده پرداختند که در این بررسی آنها دریافتند که روش الکتروفورمینگ دارای هماهنگی بسیار عالی است، به گونه‌ای که میزان شکاف را برای روکش‌ها کمتر از ۲۰ میکرون گزارش شد [۱۴].

در دو پژوهش جداگانه که توسط بوسو (Buso) و همکاران انجام گرفت آنها نیز روش الکتروفورمینگ را یک روش عالی نسبت به روش Conventional گزارش کردند. در پژوهش نخست آنها به ارزیابی هماهنگی لبه‌ی کوپینگ‌های ساخته شده توسط سیستم الکتروفورمینگ با دو طرح تراش لانگ چمفر (Long chamfer) و روند شولدر (Round shoulder) [۳] و در پژوهش دوم به ارزیابی هماهنگی لبه‌ی این کوپینگ‌ها پیش و پس از پرسلن‌گذاری پرداختند [۹].

شیراتسوچی (Shiratsuchi) و همکاران [۴] و کوکوبو و همکاران [۱] نیز، از روش الکتروفورمینگ در پژوهش خود استفاده نمودند و نتایج مطلوبی به دست آوردند [۱]. اما نتایج بررسی کنونی با یافته‌های هامرل (Hammerle) و همکاران و مجیا و همکاران که میزان شکاف را برای سیستم الکتروفورمینگ بیشتر از روش معمول گزارش کردند، همخوانی دارد [۱۵ و ۱۶]. همچنین پوتنو (Potteno) و همکاران، میزان هماهنگی لبه‌ای در هر دو روش را یکسان دانستند [۷].





نگاره‌ی ۲ الف *نبود هماهنگی لبه‌ای در روش الکتروفرمینگ با بزرگ‌نمایی ۲۰۰۰ برابر* ***ب*** *نبود هماهنگی لبه‌ای در روش معمولی با بزرگ‌نمایی ۱۸۸ برابر*

از طرح تراش‌های متفاوتی برای تهیه‌ی ترمیم‌های گوناگون استفاده می‌گردد. در پژوهش کنونی طرح تراش استاندارد، شولدر بول بود. پرستون (Preston) و شیلینگبورگ (Shillingburg)، شولدر بول را به عنوان بهترین طرح تراش برای تهیه‌ی ترمیم‌های متال سرام پیشنهاد کردند [۱۷ و ۱۸]. اومار (Omar) نیز گزارش کرد که هماهنگی لبه‌ای برای روکش‌های متال سرام با طرح تراش شولدر بول به گونه‌ای معنادار بهتر از تراش‌های شولدر ۹۰ درجه است [۱۹]. با وجود اینکه هلمز و همکاران، روش الکتروفورمینگ را روش بهتری نسبت به روش Conventional دانسته‌اند، اما میزان شکاف به دست آمده در پژوهش آنها نسبت به بررسی کنونی بیشتر است. (در پژوهش هلمز میزان شکاف برای روش الکتروفورمینگ (۲۴/۱±) ۳۶ میکرون و برای روش معمول (۳۲/۷±) ۶۴ میکرون است.) آنها در بررسی خود از کامپوزیت به عنوان سمان استفاده کردند. از آنجا که فیلم تیکنس سمان بر روی میزان شکاف موثر است شاید یکی از دلایل افزایش میزان شکاف در این بررسی باشد. همچنین آنها از طلای بسیار نازک برای کوپینگ استفاده کردند که این عامل باعث تغییر فرم در هنگام پرسلن‌گذاری می‌شود و از دلایل افزایش شکاف به شمار می‌رود [۱۱]. کوکوبو و همکاران، که به بررسی شکاف لبه‌ی روکش‌های فراهم شده به روش الکتروفورمینگ پرداختند در بررسی خود از سمان از جنس سیلیکون استفاده کردند که دارای سیلان همانند زینک فسفات بود که ممکن است باعث افزایش میزان شکاف در این پژوهش گردد [۱]. ستز و همکاران، در پژوهشی به بررسی هماهنگی لبه‌ی روکش‌های فراهم شده به روش الکتروفورمینگ پس از سمان کردن پرداختند. طرح تراش در این بررسی، روند شولدر بود و از دو روش برای واکاوی آماری استفاده کردند که میانگین شکاف کمتر از ۲۰ میکرون به دست آمد [۱۴]. هولز (Huls) و رانکه (Rinke)، پس از سمان کردن با نیروی ۳۰ نیوتن میانگین شکاف ۲۶ میکرون را به دست آوردند. هر دو بررسی به صورت محیطی و در مقطعی، کمی پایین‌تر از آخرین خط انجام گرفت [۲۰].

بوسو و همکاران گزارش کردند که وقتی اندازه‌گیری شکاف به صورت محیطی انجام گیرد ممکن است میزان شکاف به دست آمده بسیار کوچکتر گردد [۱۰]. آنان به این نتیجه رسیدند که هیچ تفاوت آماری معنادار میان شکاف لبه‌ی روکش‌ها پیش و پس از پرسلن‌گذاری وجود ندارد و حتی مقداری کاهش پس از پرسلن‌گذاری را گزارش نمودند که این خود می‌تواند توجیهی برای میزان شکاف در بررسی کنونی باشد [۹]. همچنین هاماگوشی (Hamaguchi) و همکاران، که به بررسی تغییر شکل لبه‌ی ترمیم‌های متال سرام پرداختند، به این نتیجه رسیدند که حرارت پخت پرسلن تاثیری روی تغییر شکل لبه‌ی ترمیم ندارد [۲۱].

میزان شکاف لبه‌ای اندک همچون بررسی کنونی در برخی پژوهش‌ها همانند ستز و اسوایو گزارش شده است، چنانچه ستز و همکاران میزان شکاف در روش الکتروفرمینگ را زیر ۲۰ میکرون گزارش کردند در حالی‌که همه‌ی نمونه‌ها سمان شده بودند که این خود باعث افزایش میزان شکاف می‌گردد [۱۴]. همچنین سیو (Syu) و همکاران که به بررسی تاثیر طرح تراش بر روی روکش‌ها پرداختند میزان شکاف در روش معمول با طرح تراش شولدر بول را کمتر از ۱۰ میکرون گزارش کردند [۲]. همچنین در بررسی دیگری میزان شکاف به دست آمده در روش معمول نزدیک ۱۲/۵ میکرون بود [۴].

میزان شکاف قابل قبول در لبه‌ی یک روکش PFM در کتاب شیلینبورگ ۵۰ میکرومتر است [۴]. در پژوهش کنونی نمونه‌هایی که به روش الکتروفرمینگ فراهم شدند به گونه‌ی معنادار نسبت به نمونه‌های فراهم شده به روش معمول میزان شکاف کمتری را نشان دادند [۲]. همچنین میزان شکاف به دست آمده در نمونه‌های بررسی کنونی چه با روش الکتروفرمینگ چه با روش معمول کمتر از بیشتر بررسی‌های یاد شده به دست آمد. این امر می‌تواند دلایل زیادی همچون استفاده از دای استاندارد، طرح تراش شولدر بول، روش محیطی و اندازه‌گیری شکاف در ۵۰ نقطه از هر نمونه و همچنین بررسی به وسیله‌ی SEM داشته باشد.

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج به دست آمده از این بررسی نتیجه‌گیری می‌شود که روش الکتروفرمینگ همخوانی بهتری نسبت به روش Conventional داشته، هر چند هر دو روش هماهنگی بسیار مطلوبی برای ترمیم‌های متال سرام را دارند.

پیشنهاد

ساخت آزمایشگاهای الکتروفرمینگ در دانشگاه‌های دندانپزشکی بزرگ جهت انجام کارهای تخصصی و پژوهشی ضروری به نظر می‌رسد.

References

1. Kokubo Y, Tsumita M, Ohkubo C, Vult von Steyern P, Murata T, Fukuhsima S. Clinical marginal gap of porcelain fused to electro-formed gold coping crowns. Eur J Prosthodont Restor Dent 2006; 14: 85-89.
2. Syu JZ, Byrne G, Laub LW, Land MF. Influence of finish-line geometry on the fit of crowns. Int J Prosthodont 1993; 6: 25-30.
3. Shilingburg, HT, Hobo S, Whitsett LD. Fundamentals of fixed prosthodontics. 3th ed., Quintessence Publication Co: USA; 1985. p. 411.
4. Shiratsuchi H, Komine F, Kakehashi Y, Matsumura H. Influence of finish line design on marginal adaptation of electroformed metal-ceramic crowns. J Prosthet Dent 2006; 95: 237-242.
5. Shilingburg Heber T, Hobo S, Whitsett LD. Fundamentals of fixed prosthodontics. 3th ed., Quintessence Publication Co: USA; 1985. p. 412.
6. Butel EM, Campbell JC, DiFiore PM. Crown margin design: a dental school survey. J Prosthet Dent 1991; 65: 303-305.
7. Pettenò D, Schierano G, Bassi F, Bresciano ME, Carossa S. Comparison of marginal fit of 3 different metal-ceramic systems: an in vitro study. Int J Prosthodont 2000; 13: 405-408.
8. Jacobs MS, Windeler AS. An investigation of dental luting cement solubility as a function of the marginal gap. J Prosthet Dent 1991; 65: 436-342.
9. Buso L, Hilgert E, Neisser MP, Bottino MA. Marginal fit of electroformed coping before and after the coction of the porcelain. Braz J Oral Sci 2004; 3: 409-413.
10. Buso L, Neisser MP, Bottino MA. Evaluation of the marginal fit of electroformed copings in function of the cervical preparation. Cienc Odontol Bras 2004; 7: 14-20.
11. Holmes JR, Pilcher ES, Rivers JA, Stewart RM. Marginal fit of electroformed ceramometal crowns. J Prosthodont 1996; 5: 111-114.
12. Vence BS. Electroforming technology for galvanoceramic restorations. J Prosthet Dent 1997; 77: 444-449.
13. Knosp H, Holliday RJ, Corti CW. Gold in dentistry: Alloys, Uses and Performance. Gold Bulletin 2003; 36: 93-102.
14. Setz J, Diehl J, Weber H. The marginal fit of cemented galvanoceramic crowns. Int J Prosthodont 1989; 2: 61-64.
15. Hämmerle CH, Mesaric W, Lang NP. Marginal fit of porcelain crowns with galvanized frames. Schweiz Monatsschr Zahnmed 1994; 104: 740-745.
16. Mejia R, Tobon SM. Marginal fit of metal ceramic restorations subjected to a standardized postsoldering technique. J Prosthet Dent 2000; 83: 535-539.
17. Preston JD. Rational approach to tooth preparation for ceramo-metal restorations. Dent Clin North Am 1977; 21: 683-698.
18. Shilingburg, Hebert T, Hobo S, Whitsett LD. Fundamentals of fixed prosthodontics. 2th ed., Quintessence Publication Co.: USA; 1981. p. 123-125.
19. Omar R. Scanning electron microscopy of the marginal fit of ceramometal restorations with facially butted porcelain margins. J Prosthet Dent 1987; 58: 13-19.
20. Hüls A, Rinke S. Marginal fidelity of crowns produced with six different fabrication technique. J Dent Res 1995; 74: 421.
21. Hamaguchi H, Cacciatore A, Tueller VM. Marginal distortion of the porcelain- bonded-to-metal complete crown: an SEM study. J Prosthet Dent 1982; 47: 146-153.