تحقیقی

مجله دندانپزشکی جامعه اسلامی دندانپزشکان/ دوره ۱۹، شماره ۱، بهار ۱۳۸۶، ۶۵-۷۰

بررسی و مقایسه میزان استحکام خمشی دو نوع لحیم خمیری و میله‌ای در آلیاژ بیس

دکتر محمدرضا صابونی* - دکتر جلیل قنبرزاده* - مهندس سعید ابراهیم‌زاده**- دکتر علی معادی رودسری***

*- استادیار گروه آموزشی پروتزهای دندانی دانشکده و مرکز تحقیقات دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی مشهد.

**- مشاور آمار، عضو هیأت علمی دانشکده پرستاری و مامایی دانشگاه علوم پزشکی مشهد.

***- مربی گروه پزشکی اجتماعی و آمار حیاتی دانشگاه علوم پزشکی مشهد.

چکیده

زمینه و هدف: *لحیم‌کاری یکی از اعمال مورد استفاده در ساخت پروتزهای ثابت است که برای اتصال قطعات بریج، اصلاح تماسهای پروگزیمالی و اکلوزالی کاربرد دارد. هدف از این مطالعه مقایسه استحکام خمشی دو نوع لحیم میله‌ای و خمیری شکل مورد استفاده در آلیاژهای بیس متال می‌باشد.*

روش بررسی: *در این مطالعه آزمایشگاهی سی نمونه مکعب مستطیل فلزی به ابعاد ۲۰×۴×۵ میلی‌متر از آلیاژ بیس سوپرکست تهیه گردید و پس از تقسیم هر نمونه به دو قطعه، نمونه‌ها به صورت دوبدو در فاصله ۰/۳ میلی‌متر از یکدیگر ایندکس‌گیری و در داخل گچ لحیم‌کاری ثابت شدند. مراحل لحیم‌کاری در دو گروه با استفاده از دو لحیم میله‌ای و خمیری انجام گردید. تست خمش با استفاده از دستگاه اینسترون Zwik صورت گرفت و داده‌ها توسط آزمون آماری F و t آنالیز شدند.*

یافته‌ها: *حداقل و حداکثر استحکام خمشی در گروه لحیم میله‌ای به ترتیب ۱۰۷/۲ و ۳۰۱/۲ نیوتن و در گروه لحیم خمیری به ترتیب ۶۲/۸ و ۱۰۹/۳ نیوتن بدست آمد. میانگین استحکام خمشی برای گروه لحیم میله‌ای برابر ۱۹۶/۵ نیوتن و در گروه لحیم خمیری ۸۹/۸ نیوتن بود. بین دو گروه مورد مطالعه اختلاف معنی‌داری در مقدار استحکام خمشی مشاهده شد (P=۰/۰۰۱).*

نتیجه‌گیری: *استحکام خمشی لحیم میله‌ای به طور معنی‌داری بیشتر از لحیم خمیری می‌باشد.*

کلید واژه‌ها: *لحیم - آلیاژ بیس - استحکام خمشی*

وصول مقاله: ۱۳۸۵/۳/۱۸ اصلاح نهایی: ۱۳۸۵/۸/۳۰ پذیرش مقاله: ۱۳۸۵/۱۰/۱۹

نویسنده مسئول:گروه آموزشی پروتزهای دندانی دانشکده و مرکز تحقیقات دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی مشهد e_mail:dr.sabooni@yahoo.com

مقدمه

امروزه در پروتز ثابت برای جایگزین دندانهای از دست رفته و ساخت روکشها به علت گرانی آلیاژهای طلا از آلیاژهای بیس استفاده فراوانی می‌شود. در مواردی از قبیل کم بودن تماس پروگزیمال و یا وجود پیت‌ها و از همه مهمتر مواردی مثل بریج‌های دارای Rocking و یا مواردی که بریج‌ها به صورت قطعه قطعه فرم داده می‌شوند و باید به هم متصل شوند از روش لحیم‌کاری یا Soldering استفاده می‌شود. اصلاح لحیم‌کاری از نظر تکنیکی اشتباه می‌باشد زیرا عملیات لحیم‌کاری در کمتر از ٤٢٥ درجه سانتی‌گراد انجام می‌شود در حالی که عمل Brazing در بالاتر از ٤٢٥ درجه سانتی‌گراد انجام می‌شود.(۱-۲)

اخیراً ANSI (American National Standard Institute) پیشنهاد کرده است که تمامی عملیات اتصال در دندانپزشکی Brazing نامیده می‌شود.(۲)، Galindo و همکاران در سال ۲۰۰۵ نیز اظهار داشتند که انجام عملیات لحیم‌کاری بالاتر از حرارت ٤٢٥ درجه سانتی‌گراد، Brazing نامیده می‌شود.(۳) مرجع اصطلاح‌شناسی ISO 9333 نیز اذعان می‌دارد که لغت صحیح برای مواد و حرارت مورد استفاده در دندانپزشکی Brazing نامیده می‌شود اگر چه لغت لحیم‌کاری خیلی زیاد مورد استفاده قرار می‌گیرد.(٤)، در مورد لحیم‌کاری آلیاژهای بیس تحقیقات کمی انجام شده است. یکی از مشکلات کار با آلیاژهای بیس حساسیت تکنیک لحیم‌کاری

Archive of SID

www.SID.ir

می‌باشد.(۵)، در بررسی انجام شده در سال ۱۹۸۱ فقط ۵۳٪ لابراتوارها از روند لحیم‌کاری این آلیاژها ابراز رضایت کرده‌اند.(٦)

Staffanou و همکاران در سال ۱۹۸۰ مقاومت تسلیم و حد نهایی استحکام کششی آلیاژ بیس، قیمتی و نیمه قیمتی لحیم شده را تعیین کردند، میزان فاصله ۰/۳ میلی‌متر بود، از نظر استحکام بین نمونه‌های قبل و بعد از پخت فرق مشخصی وجود نداشت.(۷)، Chaves و همکاران در ۱۹۸۸ اظهار داشتند از نظر استحکام بین لحیمهای قبل و بعد از پخت فرقی وجود ندارد.(۸)

Sloan و همکاران در ۱۹۸۲ متوسط استحکام کششی پنجاه و سه هزار پاند بر اینچ مربع را برای لحیمهای بعد از پخت چینی آلیاژهای بیس گزارش کرده‌اند.(۹)

Townsend و همکاران در ۱۹۸۳ تغییرات زیادی را در ویژگی و استحکام لحیمهای آلیاژهای بیس مشاهده کردند.(۱۰)

لحیمهای متفاوتی برای این کار وجود دارد از جمله: لحیم خمیری که جدیداً به بازار عرضه شده است. هدف از این مطالعه بررسی و مقایسه استحکام خمشی دو نوع لحیم خمیری و میله‌ای است.

روش بررسی

در این مطالعه آزمایشگاهی یکی از پرمصرفترین آلیاژهای بیس با نام تجاری سوپرکست استفاده شد. عناصر تشکیل دهنده این آلیاژ عبارتند از:

٪۷٤ = Ni، ٪۱٤ = Cr، ٪۵ = Mo و ٪۱/٦ = Be، دمای کستینگ آلیاژ برابر هزار و دویست و هفتاد درجهٔ سانتی‌گراد معادل ۲٤۲۵ درجهٔ فارنهایت و وزن مخصوص آن ۷/۹ گرم بر سانتی‌متر مکعب می‌باشد.

لحیم میله‌ای به کار رفته در این مطالعه Vera solder نام دارد که تولید شرکت AaLBA Dentic می‌باشد. عناصر تشکیل دهنده این لحیم عبارتند از:

٪۷۵ = Ni، ٪۱٤ = Cr، ٤/۵ = Si، ٪٤/۵ = Fe و ٪۱ = B می‌باشد. نقطه لبریز شدن آن ۱۱٤۹ درجه سانتی‌گراد معادل دو هزار و صد درجه فارنهایت و دانسیتهٔ آن حدود ۸/٤ گرم بر سانتی‌متر مکعب است. طبق دستور کارخانه سازنده از این لحیم برای کلیه آلیاژهای بیس می‌توان استفاده کرد.

لحیم خمیری مورد استفاده به نام DURA bOND محصول کارخانه Matech می‌باشد و حاوی فلاکس فلورایده در داخل خود است، این فلاکس برای لحیم‌کاری آلیاژهای بیس ضروری است. جزء اصلی این ماده Ni و بعد از آن Cr و Si می‌باشد و طبق دستور کارخانه سازنده از این لحیم برای کلیه آلیاژهای بیس می‌توان استفاده کرد.

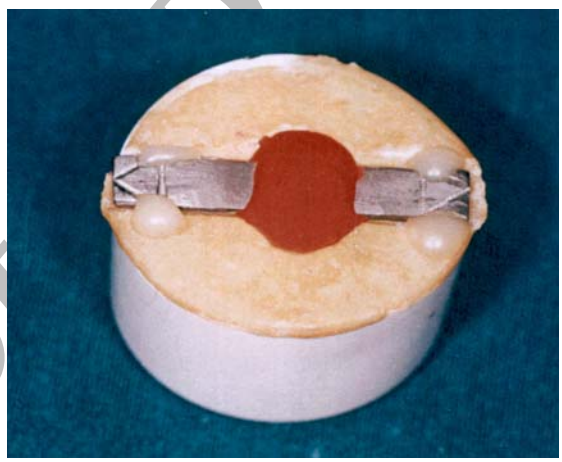
گچی که به عنوان گچ لحیم‌کاری استفاده شد Bella therm® ساخت شرکت BeGo می‌باشد، این گچ فسفات باند بوده و از نظر ابعادی پایدار است و برای دماهای بالای لحیم‌کاری مناسب می‌باشد.

برای تهیه نمونه‌ها سی عدد قطعه مومی به شکل هندسی مکعب مستطیل و به ابعاد ۲۰×٤×۱ میلی‌متر با استفاده از موم و توسط یک نفر و با استفاده از کولیس دیجیتال آماده شد. برای هر نمونه دو اسپرو به طول شش و به قطر سه میلی‌متر گذاشته شد و مستقیماً به Crucible former متصل گردید. عملیات سیلندرگذاری و کستینگ طبق دستور کارخانه سازنده انجام و اجازه داده شد که سیلندرها در شرایط اتاق سرد شده و سپس با استفاده از مولت و سندبلاست تمیز شوند. مجدداً توسط همان نفر ابعاد نمونه‌های ریخته شده اندازه‌گیری گردید. موارد ناقص از رده خارج و طبق شرایط فوق‌الذکر نمونه جدید ساخته شد. قطعات به وسیله دیسک Cr-Co به ضخامت ۰/۳ میلی‌متر که بر روی دستگاه متحرک نصب شده بود به دو قسمت مساوی تقسیم شدند. در این مرحله دقت شد ابعاد سطح مقطع محل لحیم‌کاری در تمام نمونه‌ها برابر ۱×٤ میلی‌متر باقی بماند، لذا برای یکسان‌سازی این سطح مقطع از کولیس دیجیتال استفاده شد. برای تهیه ایندکس لحیم‌کاری و ثابت کردن نمونه‌ها در گچ لحیم‌کاری در فاصله مناسب از یکدیگر، یک قالب گچی به صورت یک سکو ساخته شد. به طوری که نمونه‌ها در راستای مستقیم قرار گیرند. برای تنظیم نمونه‌ها در فاصله مناسب از یکدیگر از صفحه‌ای به ضخامت ۰/۳ میلی‌متر استفاده شد که فاصله بین دو قطعه در تمام نمونه‌ها ۰/۳ میلی‌متر باقی بماند. این فاصله توسط

Archive of SID
www.SID.ir

محققان مختلف و کارخانه سازنده پیشنهاد شده است. (۷، ۱۱-۱۴)

ورقه مزبور در حد واسط دو میله قرار گرفت و انتهای میله‌ها توسط موم چسب داغ به گچ زیرین متصل شد. پس از آن صفحهٔ فاصله‌انداز بین دو میله برداشته شد و بجای آن آکریل Duralay با قوام مناسب قرار گرفت. پس از سخت شدن آکریل، دو قطعه فلزی متصل شده به هم از روی گچ برداشته شد و در گچ لحیم‌کاری قرار گرفت (شکل ۱).



شکل ۱: ایندکس گیری در قالب گچی

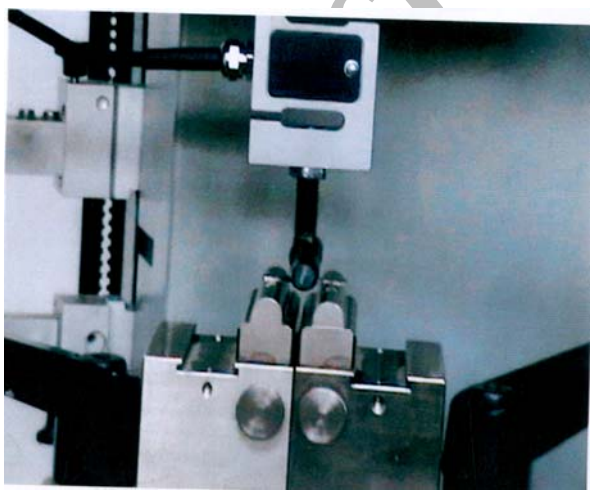
این کار برای شصت قطعه فلزی انجام شد، به طوری که در پایان کار سی نمونه برای لحیم‌کاری آماده گردید. در مرحله بعد عملیات سوزاندن آکریل Duralay و حرارت‌دهی گچ لحیم‌کاری طبق دستور کارخانه سازنده انجام گردید و پس از رسیدن به دمای مورد نظر که در محدوده ۱۳۰۰-۱۵۰۰ درجه فارنهایت (معادل ۶۵۰-۸۱۵ درجه سانتی‌گراد) کار لحیم‌کاری برای دو گروه مطالعه به شرح زیر انجام شد.

گروه لحیم میله‌ای: با استفاده از تورچ تک سوراخ گاز-اکسیژن محل لحیم‌کاری گرم شده تا به دمای مورد نظر برسد. پس از آن قطعه‌ای از آلیاژ لحیم در محل شکاف لحیم‌کاری قرار داده شد و با استفاده از تورچ تحت حرارت قرار گرفت تا لحیم ذوب شده بتواند به شکاف بین دو قطعه نفوذ کرده و آن را به طور کامل پر کند.

گروه لحیم خمیری: مانند لحیم‌کاری میله‌ای مطابق دستور کارخانه سازنده مراحل مدفون کردن در گچ لحیم‌کاری و گرم کردن فریم و گچ لحیم‌کاری توسط تورچ گاز- اکسیژن انجام شد. پس از آن خمیر با چند قطره آب مقطر مخلوط شده تا قوام عسلی بدست بیاید و کلیه مراحل لحیم‌کاری مطابق دستور انجام شد.

پس از لحیم‌کاری هر دو روش نمونه‌ها از گچ خارج و کاملاً تمیز شدند و سپس با ذره‌بین دقیقاً بررسی، موارد دارای حباب و هر گونه نقص از رده خارج و سپس طبق روشهای فوق برای آنها جانشین ساخته شد. طبق روش Twon send (۱۰) فضای اطراف محل لحیم‌کاری با استفاده از مولت سنگی صاف گردید و سپس با استفاده از کولیس دیجیتال به ابعاد قبل از لحیم کاری ۴×۱ میلی‌متررسانیده شد که همگی کاملاً با هم مساوی شدند.

انجام آزمایش خمش: برای انجام این آزمایش از دستگاه اینسترون با نام تجاری Ziwk ساخت کشور آلمان استفاده گردید. این دستگاه به یک کامپیوتر متصل است که داده‌ها و محاسبات مورد نیاز را مستقیماً انجام می‌دهد و مجهز به نرم‌افزار Text-xpert می‌باشد. پس از تعیین برنامه نرم‌افزاری مناسب برای مطالعه مورد نظر، تک تک نمونه‌ها بر روی تکیه‌گاههای فک تحتانی دستگاه قرار گرفتند و آزمایش استحکام خمشی انجام شد (شکل ۲). برای آنالیز آماری داده‌ها از آزمون t, F واریانس‌های جدا و مستقل استفاده گردید.



شکل ۲: آزمایش استحکام خمش بر روی نمونه‌ها

www.SID.ir

یافته‌ها

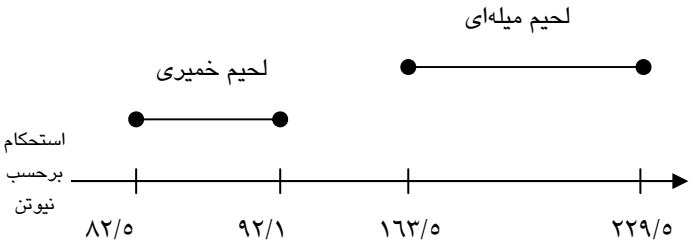
هر یک از ۱۵ نمونه‌ای که توسط لحیم میله‌ای، لحیم شده بودند پس از اعمال فشار خمشی، در نیروهای متفاوتی شکستند حداقل استحکام خمشی ۱۰۷/۲ نیوتن و حداکثر آن ۳۰۱/۲ نیوتن بوده است.

۱۵ نمونه دیگر که توسط لحیم خمیری، لحیم شده بودند پس از اعمال فشار خمشی، مانند نمونه‌های میله‌ای تحت نیروهای مختلفی شکستند که حداقل استحکام خمشی ۶۲/۸ و حداکثر ۱۰۹/۳ نیوتن بوده است.

میانگین استحکام خمشی لحیم میله‌ای نیوتن با انحراف معیار ۶۳/۸ نیوتن است اما در لحیم خمیری میانگین استحکام خمشی ۸۹/۸ نیوتن با انحراف معیار ۱۴/۱ می‌باشد (جدول ۱، نمودار ۱).

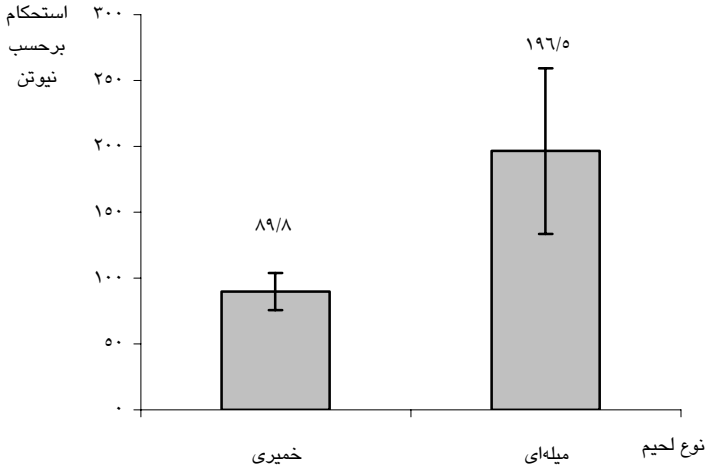
جدول ۱: جدول میانگین و انحراف معیار

نوع لحیم	میانگین	انحراف معیار	فاصله اطمینان ۹۵٪ برای میانگین
میله‌ای	۱۹۶/۵	۶۳/۸	۱۶۳/۵–۲۲۹/۵
خمیری	۸۹/۸	۱۴/۱	۸۲/۵–۹۷/۱



نمودار ۱: مقایسه فاصله اطمینان ۹۵٪ برای استحکام خمشی لحیم میله‌ای با لحیم خمیری

برای مقایسه واریانس دو نوع لحیم از آزمون F استفاده گردید و اختلاف معنی‌داری بین دو نوع لحیم از نظر واریانس تعیین (P=۰/۰۰۱) گردید. بنابراین برای آزمون اختلاف معنی‌داری بودن و برای مقایسه میانگین استحکام خمشی بین دو نوع لحیم از آزمون t با واریانس‌های جدا و مستقل از یکدیگر (Separate Variance Estimate) استفاده گردید و اختلاف معنی‌داری بین میانگین دو نوع لحیم (P=۰/۰۰۱) مشاهده گردید و به عبارت دیگر استحکام خمشی لحیم میله‌ای از لحیم خمیری به طور معنی‌داری بیشتر می‌باشد. (نمودار ۲)



نمودار ۲: مقایسه میانگین استحکام خمشی لحیم خمیری با میله‌ای

بحث

مطالعات کمی استحکام لحیمهای قبل از پخت آلیاژهای بیس را ارزیابی کرده‌اند، مطالعات انجام شده خاطرنشان می‌کنند که آلیاژهای بیس می‌توانند تغییرات معنی‌داری را در کیفیت و استحکام محل اتصال به عنوان روشهای لحیم قبل از پخت نشان دهند. مشخص نیست که حساسیت تکنیک لحیم‌کاری با عدم توانایی فلاکس به منظور انحلال اکسیدهای فلزی، روشهای نامناسب فلاکس زدن، گرمادهی بیشتر از حد یا کمتر از حد محل اتصال، فاصله غیرایده‌آل و یا ترکیبی از این متغیرها مربوط باشد، در حقیقت باید گفت که این متغیرها استحکام لحیم را تحت تاثیر قرار می‌دهند.(۵)

در بیشتر مطالعات انجام شده از استحکام کششی به منظور ارزیابی استحکام باند استفاده می‌کنند. با وجودی که اطلاعات استحکام کششی به منظور ارزیابی کفایت روشهای لحیم‌کاری مفید می‌باشند، فشار خمشی نوع اولیه و اصلی فشاری است که توسط پروتز تحمل می‌شود، علاوه بر این هیچ گونه اطمینانی وجود ندارد که نقطه اوج فشار کششی که در خلال بارگذاری رخ می‌دهد در درون محل اتصال ایجاد شود. بنابراین آزمایش استحکام خمشی، خیلی بهتر

Archive of SID
www.SID.ir

فشارهای مرکب را در پروتز پارسیل ثابت نشان می‌دهد.(۵) لحیم خمیری که لحیم جدیدی می‌باشد به تازگی در بازار دندانپزشکی عرضه شده است با توجه به موارد فوق استحکام خمشی این لحیم و لحیم میله‌ای معمول در این مطالعه مورد ارزیابی قرار گرفت.

همچنان که مطالعات Townsend و همکارانش (۱۰) نشان داده است، لحیم‌کاری آلیاژهای غیرقیمتی حتی در بهترین شرایط هم متفاوت است و در شرایط کنترل شده از نظر مقدار فاصله و شرایط Investing و لحیم‌کاری، بیشتر از یک سوم اتصالات لحیم‌کاری در طی مراحل آزمایش فوق بی‌ثبات بوده است و این گونه لحیم‌کاری برای آلیاژهای PFM بدون ضمانت است.

در مطالعه حاضر که بر روی لحیمهای میله‌ای و خمیری انجام شد نیز این موضوع بخصوص در مورد لحیمهای میله‌ای قابل توجه است. در نمونه‌های لحیم میله‌ای مورد مطالعه، اعداد استخراج شده از آزمایش تست خمشی، علی‌رغم یکسان بودن شرایط مورد مطالعه (مقدار فاصله، نوع لحیم، دمای کوره، تکنیک عمل کننده و ...) تغییراتی را از خود نشان می‌داد (SD=۶۳/۸). بنابراین علاوه بر بالا بودن مقادیر استحکام خمشی در لحیمهای میله‌ای در مقایسه با خمیری این روش هم هنوز نیازمند بهبود در تکنیک و خصوصاً دستگاههای حرارتی و کنترل اکسیداسیون و ترکیبات لحیم می‌باشد تا لحیم‌کاری آلیاژهای بیس با لحیمهای میله‌ای از ثبات قابل قبولی برای روش قبل از لحیم‌کاری در ترمیمهای چینی- فلز برخوردار باشد. مطالعات قبلی نیز حاکی از این است که لحیم‌کاری قبل از پخت چینی روش مشکلی است و تخلخل و سایر نقصها در اتصالات فلزات بیس دمای بالا وجود دارد.(۱۵)، آزمایشهای انجام شده با اتصالات لحیمی با درجه حرارت بالا با استفاده از آلیاژ Co-Cr-Mo نشان دادند که اتصالات با کیفیت بالا نیز قابل دستیابی است.(۱۶)، بنابراین تلاش جهت بهبود کیفیت این روش لحیم‌کاری می‌تواند سودمند باشد.

چندی است که لحیم‌کاری با استفاده از لحیم خمیری شکل توسط کارخانه‌های سازنده این مواد پیشنهاد می‌شود. جدای از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی این نوع لحیم و تاثیراتی که این لحیم در مراحل بعدی حرارت دهی (اکسیداسیون- چینی‌گذاری و گلیز) می‌تواند بر چینی پوشاننده خود بگذارد، اختلاف معنی‌داری با لحیم میله‌ای داشته است و در مقایسه با آن، استحکام خمشی پایینی در طی این مطالعه از خود نشان داده است.

تاکنون در مقالات تحقیقی بر روی لحیمهای خمیری شکل گزارش نشده است. در مطالعه حاضر میانگین استحکام خمشی لحیمهای میله‌ای شکل (۱۹۶/۵ N) حدود دو برابر لحیمهای خمیری شکل (۸۹/۸ N) بدست آمد که این موضوع نشان دهنده اتصال ضعیفتر قطعات لحیم شده با استفاده از لحیم خمیری شکل می‌باشد.

در اکثر تحقیقات انجام شده روی لحیمهای غیرقیمتی (۵،۱۰،۱۵،۱۷) اتصالات حاصل از این نوع لحیمها از ثبات و گارانتی قابل قبولی برخوردار نبوده است اگر چه در مواردی استحکام بالایی در بعضی نمونه‌ها گزارش شده است که در مطالعه حاضر نیز در بعضی نمونه‌ها این حالت به چشم می‌خورد. (۳۰۱/۱۹N، ۲۹۱/۱۰N و ....) بنابراین چنانچه انجام عمل لحیم‌کاری بتواند چنین استحکامی را در اتصالات لحیم شده ایجاد نماید، می‌تواند در اتصال قطعات قالبهای پروتز ثابت مورد استفاده قرار گیرد.

نهایتاً لحیم‌کاری با استفاده از لحیمهای خمیری با توجه به اختلاف آماری با لحیمهای میله‌ای شکل به منظور اتصال قطعات پروتزهای ثابت (بریج و بخصوص بریج‌های با بیش از یک پانتیک) می‌تواند با مخاطراتی همراه باشد و از ثبات قابل قبولی برخوردار نخواهد بود.

از آنجا که مطالعه حاضر تنها خصوصیت مکانیکی (استحکام خمشی) محل اتصال با لحیم را بررسی کرده است، پیشنهاد می‌شود تا به منظور دستیابی به نتایج بهتر و پی بردن به دلالیل اتصال ضعیفتر لحیم خمیری در مقایسه با لحیم میله‌ای، تحقیقات بیشتری از جمله بررسی محل لحیم‌کاری به روش SEM صورت گیرد. مسلماً با انجام تحقیقات بیشتر، امیدواری در جهت دستیابی به مواد و روشهای لحیم‌کاری جدید که برخلاف سادگی عمل از استحکام مطلوبی هم برخوردار باشند وجود خواهد داشت.

Archive of SID
www.SID.ir

نتیجه‌گیری

۱- در این مطالعه دو گروه لحیم میله‌ای و لحیم خمیری شکل استحکام خمشی متفاوتی را از خود نشان دادند.

۲- در گروه لحیم میله‌ای میانگین استحکام خمشی ۱۹۶/۵ نیوتن (SD=۶۳/۸ N) بدست آمد.

۳- استحکام خمشی لحیم میله‌ای اختلاف آماری قابل توجهی با استحکام خمشی لحیم خمیری داشت.

۴- لحیم‌کاری آلیاژ بیس با استفاده از لحیم میله‌ای در مقایسه با لحیم خمیری شکل از استحکام بالاتری برخوردار است. (اختلاف معنی‌دار آماری)

۵- نتایج این مطالعه محدود به آلیاژ سوپرکست و دو لحیم میله‌ای ساخت کارخانه (Aalba Dentic) و خمیری ساخت کارخانه (Matech) می‌باشد.

REFERENCES

1. Craig RG, Powers JM. Restorative dental materials. 11th ed. St. Louis: Mosby Co; 2002,449.
2. Craig RG, Powers JM, Wataha JC. Dental materials properties and manipulation. 8th ed. St. Louis: Mosby Co; 2004,234.
3. Galindo DF, Evcoli C, Graser GN, Tallents RH, Moss ME. Effect of soldering on metal-porcelain bond strength in repaired porcelain-fused to metal casting. J Prosthet Dent. 2001 Jan;85(1):88-94.
4. Iso 93330 Dental brazing materials: International standard organization, Geneva, 1990. Available at: http://www. ISO.ch/iso. Ch/iso/en/Prods-services/ISO store/store. Html. Accessed June 15,2005.
5. Anusavice KJ, Okabe T, Galloway SE, Hoyt DJ, Morse PK. Flexure test evaluation of presoldered base metal alloys. J Prosthet Dent. 1985 Oct;54(4): 507-17.
6. Haskell S. State of industry statiscal survey on unit costs materials and opinions. Dent Lab Rev. 1982 Februry; 57(2):14-36.
7. Staffanou RS, Radke RA, Renderson MD. Strength properties of soldered foints made from various ceramic-metal combinations. J Prosthet Dent. 1980 Jan;43(1):31-9.
8. Chares M, Vermilyea SG, Efstration SP, Brantley WA. Effects of three joints. J Prosthet Dent. 1998 June;79(6): 677-84.
9. Sloan RM, Reisbick MH, Preston JD. Post-ceramic soldering of various alloys. J Prosthet Dent. 1982 Dec; 48(6): 686-9.
10. Townsend LA, Vermilyea SG, Griswold WH. Soldering non-noble alloys. J Prosthet Dent. 1983 July;50(1):51-3.
11. Cattaneo G, Wagnild G, Marshall G, Watanaabe B. Comparison of tensile strength of solder jointes by infrared and conventional torch technique. J Prosthet Dent. 1993 July 63(1):33-7.
12. Shahab AH, Pappas M, Burns DR, Douglas H, Moon PC. Comparative tensile strengths of preceramic and postceramic solder connectors using high-palladium alloy. J Prosthet Dent. 2005 Feb;93(2):148-52.
13. Rosenstiel SF, Land MF, Fujimoto J. Contemporary fixed Prosthodontics. 3th ed. St. Louis: Mosby Co; 2001,710.
14. Phillips RW. Skinner's science of dental materials. 11th ed. St. Louis: Elsevier;2003,563.
15. Howbolt EB, MacEntee ML, Zabel JL. The tensile strength and appearance of solder joint in three base metal alloys made with high and low-temp solder. J Prosthet Dent. 1983 Sept;50(3):362-7.
16. MacEntee ML, Hawbolt EB, Zahel JL. The tensile and shear strength of a base metal meld joint used in dentistry. J Dent Res. 1981;60(2):154-8.
17. Saxton PL. Post soldering of nonprecious alloys. J Prosthet Dent. 1980 May;43(5):592-5.

Archive of SID

www.SID.ir