

بررسی marginal discrepancy در دو نوع خط خاتمه تراش برای full veneer crown پیش از پخت پرسن به روش simulation

دکتر کاوه سیدان*، دکتر امیرحسین مجیدی**، دکتر فرهاد طباطبائیان***، دکتر فرشید جلفایی قدیم***
#

چکیده

سابقه و هدف: یکی از مهم‌ترین شاخص‌های مقبولیت کلینیکی و دوام رستوریشن‌های ریختگی تطابق مارجینالی آنهاست. عدم وجود آن به اکسپوزر لایه سمان، حل شدن آن، تجمع پلاک باکتریال، عود پوسیدگی و التهاب بافت‌های لثه منجر می‌گردد. هدف از انجام این تحقیق ارزیابی تأثیر نوع خط خاتمه تراش بر میزان marginal discrepancy بود.

مواد و روش‌ها: در این مطالعه تجربی آزمایشگاهی، سه عدد دای فلزی به روش شبیه‌سازی تهیه، یکی از آنها با تراش شولدر بول (A)، دیگری با تراش چمفر (B) و دای فلزی سوم به صورت شولدر بول در ناحیه باکال و چمفر در ناحیه پالاتال آماده شد (C). برای هر دای فلزی ۷ نمونه فریم‌ورک از آلیاژ Wiron99 کست شد و marginal discrepancy در دو بعد عمودی و افقی اندازه‌گیری شد. برای مقایسه‌های آماری از آزمون ANOVA و مقایسه چندگانه Tukey استفاده شد.

یافته‌ها: Marginal opening افقی در جهت باکوپالاتالی و مزودیستالی در سه گروه A، B و C تفاوت معنی‌داری داشت ($P < 0/05$). تفاوت بین دویه‌دوی گروه‌ها به جز گروه‌های B و C در جهت باکوپالاتالی و گروه‌های A و B در جهت مزودیستالی معنی‌دار بود ($P < 0/05$). تفاوت‌های معنی‌داری بین Marginal opening عمودی در جهات مزیتال، دیستال و پالاتال وجود داشت ($P < 0/05$). در مقایسه دویه‌دوی گروه‌ها تفاوت‌های معنی‌داری بین گروه‌های (A و C)، (B و C) در جهات مزیتال، دیستال و پالاتال وجود داشت ($P < 0/05$) و در سایر موارد تفاوت‌ها قابل توجه نبودند.

نتیجه‌گیری: تحقیق نشان دهنده تأثیر نوع خط خاتمه تراش بر میزان marginal discrepancy بود. کمترین و بیشترین میزان Marginal opening افقی در تراش شولدر بول و ترکیب دو روش شولدر بول و چمفر اتفاق افتاد. تراش چمفر کمترین Marginal opening عمودی را ایجاد کرده ولی تفاوت آن با شولدر بول از نظر آماری معنی‌دار نبود.

کلید واژگان: تطابق مارجینال، marginal discrepancy خط خاتمه تراش

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۸۴/۹/۵ تاریخ اصلاح نهایی: ۱۳۸۵/۲/۱۱ تاریخ تأیید مقاله: ۱۳۸۵/۳/۱۲

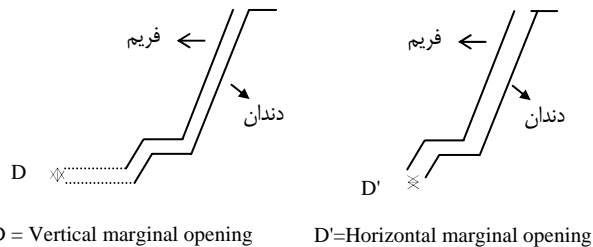
مجله دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، دوره ۲۵، شماره ۳، پاییز ۱۳۸۶، ۲۶۹-۲۷۶

مقدمه

امروزه ثابت شده رستوریشن‌های ریختگی هر قدر هم که دقیق ساخته شوند به صورت کامل روی دندان نمی‌نشینند (۱-۴). تطابق مارجین رستوریشن‌های ریختگی (marginal accuracy) با خط خاتمه تراش، طول عمر یک رستوریشن و قابل قبول بودن آن از نظر کلینیکی را تحت تأثیر خود قرار می‌دهد (۵). به عدم انطباق مارجین رستوریشن با حد نهایی خط خاتمه تراش Marginal

Discrepancy (MD) اصطلاح می‌شود که معمولاً MD به صورت Marginal Opening (MO) دیده شده، در دو بعد عمودی و افقی بررسی و اندازه‌گیری می‌شود (۸-۶، ۱) (شکل ۱). وجود MO باعث اکسپوزر بیشتر لایه سمان شده، حل شدن آن را به دنبال خواهد داشت. در این شرایط ریزندگی افزایش می‌یابد و با ایجاد سطوح خشن و تجمع پلاک باکتریال ایجاد پوسیدگی و بیماری‌های پریودنتال

تأثیر ژئومتری خط تراش قرار نمی‌گیرد. میانگین MO حدود ۵۰ میکرون اندازه‌گیری شد (۱۷).



شکل ۱- بررسی و اندازه‌گیری marginal opening در دو بعد افقی و عمودی

Hunter و Hunter، Qualtrough و Pidcock در سال ۱۹۹۰ در دو مطالعه مروری جداگانه، در مجموع به این نتیجه رسیدند که ژئومتری تراش اثر قابل توجهی بر میزان MD دارد (۱۸، ۱۹).

Piemjai (۲۰۰۱) نشان داد که MD تحت تأثیر نوع خط خاتمه تراش و حتی نوع سمان قرار نمی‌گیرد ولی با اعمال نیروی بیشتر هنگام سمان کردن میزان MD کاهش می‌یابد. وی در تحقیق خود از سه نوع خط خاتمه تراش چمفر، شولدر و شولدر بول 45° بر روی نمونه‌ها استفاده کرده بود (۲۰).

جهانگیری و همکاران (۲۰۰۵) در تحقیقی بر روی میزان MO دو نوع خط خاتمه تراش چمفر، شولدر بول شده در روکش‌های کامل و خط خاتمه تراش بول در روکش‌های $3/4$ به این نتیجه رسید که MO تحت تأثیر ژئومتری خط تراش قرار نمی‌گیرد و نشان دادند قابلیت تشخیص کلینیکی، تنها با MO حدود ۱۲۴ میکرون و بیشتر امکان‌پذیر می‌باشد. آنها استفاده از سوند و مواد disclosing را برای ارزیابی MO کافی ندانستند (۵). تحقیق Wostmann و همکاران (۲۰۰۵) که در آن از سه نوع خط خاتمه تراش چمفر، شولدر ۹۰ و ۱۳۵ درجه بر روی نمونه‌ها استفاده شده بود، نشان داد که نوع خط خاتمه تراش میزان MD را تحت تأثیر خود قرار می‌دهد. آنها کمترین میزان را در تراش چمفر مشاهده نمود، گزارش کردند حداکثر میزان MO به میزان ۱۵۰ میکرون بر بعد عمودی بوده است (۲۱).

اجتناب‌ناپذیر خواهد بود (۱۲-۸). در این راستا مطالعات زیادی در مورد عوامل کلینیکی مؤثر بر MD نظیر نوع خط خاتمه تراش، نحوه قالب‌گیری، مواد قالب‌گیری، نوع و نحوه سمان کردن همچنین مراحل لابراتواری نظیر ریختن قالب، الگوی مومی و کستینگ صورت گرفته است و براین اساس میزان قابل قبول MD از نظر کلینیکی توسط پژوهشگران به صورت زیر گزارش شده است:

Hummert و همکاران (۱۹۹۲) و Faull و همکاران (۱۹۸۵) در مرور مقالات مشابه دریافتند MO بین ۱۶۰-۱۰ میکرون در مارچین سرویکالی به عنوان یک clinical fitness مناسب در نظر گرفته می‌شود. آنها همچنین نتیجه گرفتند یک روکش با MO به میزان ۱۲۰ میکرون رستوریشنی موفق از نظر کلینیکی خواهد بود (۱۳، ۹). Brockhurt و Mclacerty در سال ۱۹۸۳ در مرور مقالات بیان کردند MO حداکثر به میزان ۵۰ میکرون قابل قبول می‌باشد (۱۴). Dedmon در سال ۱۹۸۵ در پژوهش خود گزارش کرد احتمال اینکه رستوریشن بر روی خط خاتمه تراش از نوع شولدر و یا چمفر عمیق دارای MO بیش از ۳۹ میکرون باشد بسیار زیاد است (بیش از ۵۰) (۲). گرچه طبق مرور مقالات توسط محققینی مانند Lomanto و Weiner (۱۹۹۲)، Christensen (۱۹۶۶) و Ostlund (۱۹۸۵) MO را زیر ۵۰ میکرون و پژوهشگرانی چون Palam و Peden (۱۹۷۶) و McLean و Vonfraunhofer (۱۹۷۸) MO به میزان ۱۰۰ میکرون را به واقعیت نزدیکتر دانسته‌اند (۱۵).

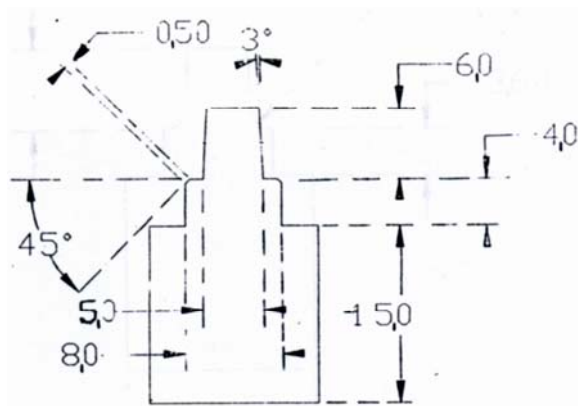
White و همکاران در سال ۱۹۹۴ در تحقیق خود بر روی آلیاژهای بیس بروش Replica با خط خاتمه تراش از نوع چمفر عمیق میزان MO قبل از سمان کردن را بین $66/1-35/1$ میکرون گزارش کرد (۱۶). MO براساس استانداردهای ADA، برای سمان زینک فسفات نوع دوم ۴۰ میکرون و برای نوع یک ۲۵ میکرون تعیین شده است.

تأثیر شکل و ژئومتری خط خاتمه تراش یکی از مهمترین عوامل تأثیرگذار بر روی MD در رستوریشن‌ها می‌باشد.

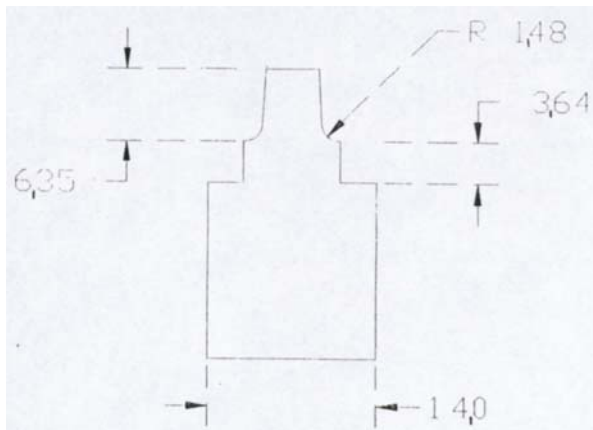
Belser و همکاران در سال ۱۹۸۵، MD را در روکش‌های PFM در سه نوع خط خاتمه تراش شولدر، شولدر بول شده و شولدر پرسلنی مورد بررسی قرار دادند. نتایج آنها نشان داد که چه قبل و چه بعد از سمان کردن نمونه‌ها MD تحت

شده، به کمک یک پلیمر رزین آکریلی میکروفیل به ضخامت ۳۴ انگستروم نیمه‌ها به هم چسبانده شدند. بدین شکل دای فلزی C شکل گرفت که در نیمه باکال فرضی خود دارای خط خاتمه تراش شولدر بول و در نیمه پالاتال فرضی خود دارای خط خاتمه تراش چمفر عمیق بود. ارتفاع کور ۶ میلی‌متر و تقارب هم 6° درجه بود.

پس از تهیه دای‌های فلزی اصلی در ناحیه وسط نیمه فرضی پالاتال هر دای، در لبه کور یک شیار به عنوان Antirotation به عمق ۱ میلی‌متر با کمک فرز فیشور با قطر $0/8$ میلی‌متر ایجاد گردید.



شکل ۲- طرح شماتیک دای فلزی A



شکل ۳- طرح شماتیک دای فلزی B

از آنجا که در تحقیق حاضر MD در چهار نقطه مزیال، دیستال و وسط نواحی باکال و پالاتال اندازه‌گیری می‌شد، این نواحی باید بر روی بدنه دای‌های فلزی توسط چهار

ولی از سوی دیگر برخی از نویسندگان بر این عقیده‌اند که از آنجائیکه شکل و ژئومتری خط خاتمه تراش مهمترین عامل تعیین کننده نسبت حجم به سطح الگوی مومی است بنابراین می‌تواند مستقیماً MD را تحت تأثیر خود قرار دهد (۲۲) و به این ترتیب این فرضیه توسط نویسندگان مطرح شد که تغییر ژئومتری خط خاتمه تراش در یک دندان در محل تقابل دو نوع خط خاتمه تراش چمفر و شولدر بول شده در سطوح پروگزیمال می‌تواند روی MD تأثیرگذار باشد.

در بررسی منابع موجود، مطالعات *in vitro* در این زمینه به دو روش Replica (در این روش از دندانهای Typodont و یا دندانهای طبیعی خارج شده استفاده می‌شود) و Simulation (در این روش نمونه مورد نظر حاصل تراش یک دستگاه صنعتی بروی یک قطعه فلز و با معیارهای ایده‌آل صورت می‌گیرد) انجام می‌پذیرد که در هر دو روش خط خاتمه تراش نمونه در تمام سطوح بصورت یکسان در نظر گرفته شده بود.

هدف از انجام این تحقیق ارزیابی تأثیر نوع خط خاتمه تراش بر میزان marginal discrepancy بود.

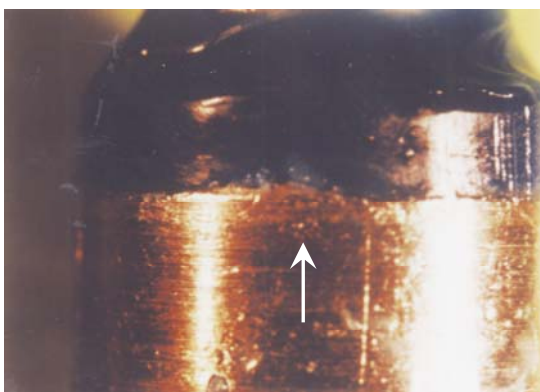
مواد و روش‌ها

در مطالعه تجربی آزمایشگاهی حاضر با استفاده از روش simulation سه عدد metal master die از جنس استیل سخت با استفاده از دستگاه تراش CNC تهیه و با نام دای‌های فلزی A، B و C مشخص گردیدند.

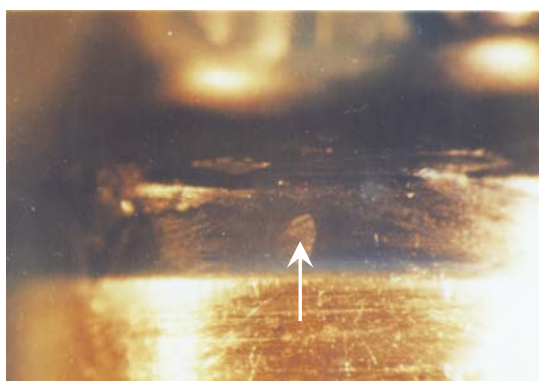
دای فلزی A: ابتدا تراش شولدر با پهنای $1/5$ mm و سپس یک بول با زاویه 45° درجه به طول $0/5$ میلی‌متر بر روی آن تراشیده شده، ارتفاع کور ۶ میلی‌متر و میزان تقارب کور 6° مدنظر قرار گرفت (شکل ۲). بر روی دای فلزی B خط خاتمه تراش چمفر عمیق شکل گرفت. در این دای نیز ارتفاع کور ۶ میلی‌متر و تقارب آن 6° تعیین گردید (شکل ۳).

برای تهیه دای فلزی C به دلیل عدم توانایی دستگاه CNC، در ایجاد دو نوع خط خاتمه تراش متفاوت در دو نیمه یک جسم استوانه‌ای، ابتدا دو دای فلزی دیگر مشابه A و B تهیه و به کمک دستگاه wire cut دای‌های فلزی به دو نیمه بریده شدند. سپس یک نیمه از هر دای فلزی بریده شده انتخاب

اسلاید از چهار جهت قراردادی مزیال، میدباکال، دیستال و میدپالاتال در حالی که scale در کنار آن قرار داده شده بود در زیر استریومیکروسکوپ با درشت‌نمایی 10×4.0 تهیه گردید (شکل ۶). با تهیه ۸۴ اسلاید از مجموع ۲۱ فریم‌ورک با استفاده از slide projection میزان MO عمودی محاسبه شد.



شکل ۴- وجود MD در الگوی مومی



شکل ۵- MD موجود در شکل ۶ برطرف شده است.

برای اندازه‌گیری MO افقی چهار نقطه قراردادی به کمک pointer قرمز بر روی مارجین فریم‌ورک ایجاد و سپس فریم‌ورک به صورت افقی طوری که لبه‌های مارجین به سمت عدسی استریومیکروسکوپ باشد قرار گرفت. مانند اندازه‌گیری‌های عمودی، scale هم‌سطح با لبه‌های مارجین در کنار فریم‌ورک قرار داده شد. با استفاده از slide projection، اندازه‌گیری در دو جهت باکوپالاتال و مزیدیستال در ۲۱ اسلاید گرفته شده، انجام شد (شکل ۷). اسلایدهای تهیه شده همگی توسط یک پروژکتور و با فاصله

نشانگر مشخص می‌شدند. این کار به کمک نوک یک فرزند $\frac{1}{4}$ صورت پذیرفت.

اولین نشانگر در امتداد شیار Antirotational روی بدنه دای‌ها ایجاد گردید که بیانگر ناحیه فرضی وسط پالاتال بود. سپس سه نشانگر دیگر که با زوایای 90° درجه (مزیال و دیستال) و 180° درجه (وسط باکال) نسبت به نشانگر اول قرار داشتند بر روی بدنه دای‌ها شکل گرفتند.

سپس از سه لایه (Die Spacer, Cement) Belledest Claire, Spacer, USA) به ضخامت ۲۵ میکرون بر روی دای‌های فلزی تا نواحی ۱ میلی‌متری خط خاتمه تراش روی دیواره‌های اگزیزال و سطح اکلوزال فرضی قرار داده شد.

در مرحله بعدی برای هر دای فلزی ۷ الگوی مومی تهیه شد. الگوها به کمک طلق‌های پلاستیکی (BEGO, Adapta, Germany) با ضخامت ۰/۵ میلی‌متر تهیه و wax up در نواحی مارجین با استفاده از موم اینله (Kerr, Inlay, Type II, Orange, CA, USA) تکمیل گردید. از آنجا که هر گونه MD در الگوی مومی به فریم ریخته شده منتقل خواهد شد، الگوهای تهیه شده در زیر استریومیکروسکوپ با درشت‌نمایی $10 \times 4/0$ از نظر MD کنترل شدند. در نواحی که MD مشاهده گردید اصلاحات لازم با عمل کارو یا wax up مجدد انجام شد (شکل ۴ و ۵). ۲۱ الگوی مومی تهیه شدند. پس از سیلندرگذاری (در هر سیلندر سه الگوی مومی از هر یک از گروه‌ها قرار گرفت) و investment (BEGO - Bellavest, T, Germany) نمونه‌ها با استفاده از آلیاژ Wiron 99 ریخته شدند. کستینگ‌ها با ذرات آلومینیوم ۵۰ میکرون (BEGO, Korostat, Germany) تمیز شده، برجستگی‌های موجود در سطح داخلی هر یک از آنها به وسیله فرزند روند شماره $\frac{1}{4}$ اشته شد. نشستن نمونه‌ها بر روی دای‌های فلزی با fit checker (GC, Tokyo, Japan) کنترل و کامل گردید.

فریم‌ورک‌ها در سه گروه A (شولدر بول)، B (چمفر) و C (چمفر $\frac{1}{4}$ + شولدر بول $\frac{1}{4}$ چمفر کدبندی و برای هر یک شناسنامه تهیه شد.

برای اندازه‌گیری MO عمودی ابتدا فریم‌ورک بر روی دای فلزی با نیروی حدود ۱-۲kg به کمک گیره GDR (Smalcoldu, Germany) ثابت شد. برای هر فریم‌ورک چهار

ثابت از صفحه نمایش project گردیده و با توجه به اینکه فاصله پایه‌های scale، ۵۰۰ میکرون بود با اندازه‌گیری پایه‌های scale و میزان MO و تشکیل یک تناسب، اندازه MO برحسب میکرون به دست آمد. برای بالا بردن دقت اندازه‌گیری برای هر اسلاید از scale و میزان MO، اندازه‌گیری توسط دو نفر عمل کننده و هر نفر سه بار انجام و میانگین اعداد بدست آمده به عنوان MO آن فریم‌ورک ثبت شد. برای مقایسه‌های آماری علاوه بر استفاده از شاخص‌های توصیفی در گروه‌های مختلف از آنالیز ANOVA یک طرفه و Tukey در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ استفاده شد. آنالیزهای آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS ویرایش ۱۰ انجام شد.

در بررسی MO افقی در جهت مزیدستیالی که میزان آن در سه گروه در نمودار ۱ ارائه شده است تفاوت‌های معنی‌دار و قابل توجهی بین سه گروه به دست آمد ($P < 0/0001$). در این قسمت نیز به منظور مقایسه دوبه‌دوی گروه‌ها از آزمون Tukey استفاده شد که نتایج نشان‌دهنده تفاوت‌های معنی‌دار بین گروه‌های (A و C) و (B و C) و عدم وجود تفاوت معنی‌دار بین دو گروه A و B بودند (به ترتیب: $P = 0/002$ ، $P < 0/001$ و $P = 0/2$)

بررسی Marginal opening در بعد عمودی به طور جداگانه در چهار جهت قراردادی مزیال، میدباکال، دیستال و میدپالاتال صورت گرفت که آزمون ANOVA نشان‌دهنده تفاوت معنی‌داری در سه جهت مزیال، دیستال و میدپالاتال (به ترتیب: $P = 0/002$ ، $P = 0/002$ و $P < 0/001$) و عدم تفاوت معنی‌دار در جهت میدباکال بود ($P = 0/07$). میانگین و انحراف معیار MO در بعد عمودی در چهار جهت در جدول ۱، همچنین نتایج مقایسه‌های دوبه‌دوی گروه‌ها در جدول شماره ۲ ارائه شده است. با توجه به عدم وجود تفاوت معنی‌دار در میزان MO عمودی در جهت باکال مقایسه‌های دوبه‌دو در این جهت صورت نگرفت.

بحث

تحقیق حاضر که با هدف بررسی marginal discrepancy در سه نوع تراش شولدر بول، چمفر و ترکیب این دو صورت گرفت نشان داد MO افقی در تراش شولدر بول در هر دو جهت کمتر از تراش چمفر و تراش به صورت ترکیبی

بررسی نتایج مربوط به marginal opening افقی در جهت باکوپالاتالی نشان داد که MO افقی در گروه A برابر



شکل ۶- MO عمودی و scale در زیر استریومیکروسکوپ



شکل ۷- MO افقی و scale در زیر استریومیکروسکوپ

یافته‌ها

بررسی نتایج مربوط به marginal opening افقی در جهت باکوپالاتالی نشان داد که MO افقی در گروه A برابر

(۲۰۰۵) مشابَهت دارد (۵،۱۷،۲۰)، ولی میزان MO عمودی در مقایسه تراش ترکیبی (همانند MO افقی) با تراش‌های یکنواخت در دای A و B بیشتر بود. این اختلاف از نظر آماری معنی‌دار بود.

با توجه به تحقیق حاضر می‌توان به این نتیجه رسید که تقابل دو نوع خط خاتمه تراش متفاوت در سطوح پروگزیمال می‌تواند روی MD در دو بعد افقی و عمودی تأثیر معنی‌داری گذاشته، باعث افزایش میزان MO گردد. این نتیجه مشابه نظرات Hunter و Hunter (۱۹۹۰)، Qualtrough و Piddock (۱۹۹۲) و صدر (۱۳۷۲) می‌باشد که اعتقاد دارند تغییر ژئومتری خط خاتمه تراش، MD را تحت تأثیر خود قرار می‌دهد (۱۸،۱۹،۲۳).

میزان MO به دست آمده در تحقیق حاضر برای هر سه نوع خط خاتمه تراش از میزان حداقل قابل قبول اعلام شده Faull و همکاران (۱۹۸۵) (۵۰ میکرون) و Dedmon و همکاران (۱۹۸۵) (۳۹ میکرون) (۱۳،۲) بیشتر می‌باشد که در توضیح این مسأله باید به شرایط و روش‌های متفاوت تحقیق از جمله این نکته که در تحقیق حاضر از آلیاژ Base metal استفاده شده که در مقایسه با فلزات Noble خود باعث افزایش MD می‌گردد، اشاره کرد. از طرف دیگر میزان MO به دست آمده با میزان MO پیشنهادی Lomanto و Weiner (۱۹۹۲) (۱۰۰ میکرون)، Jahangiri و همکاران (۲۰۰۵) کمتر از ۱۲۴ میکرون و Wostmann و همکاران (۲۰۰۵) کمتر از ۱۵۰ میکرون مطابقت دارد (۱۲،۱۵،۲۱).

نتیجه‌گیری

با توجه به اینکه تقابل دو نوع خط خاتمه تراش متفاوت می‌تواند باعث افزایش MD گردد به نظر می‌رسد با استفاده از یک خط خاتمه تراش واحد برای تمام سطوح دندان بتوان به شرایط مطلوب‌تر کلینیکی از نظر MO دست یافت. البته شایان ذکر است که باید میزان MD با در نظر گرفتن فرضیه این پژوهش به روش Simulation در مراحل مختلف پرسنل‌گذاری و سمان کردن هم با تحقیقات متعدد اندازه‌گیری شود تا بتوان به یک رهیافت کلینیکی رسید.

جدول ۱- میانگین و انحراف معیار MO عمودی در سه گروه در چهار جهت قراردادی

جهت	دای فلزی	میانگین	انحراف معیار
مزیتال	A	۱۱۸/۷۱	۲۳/۷۷
	B	۱۰۴/۲۹	۳۷/۹۹
	C	۱۶۷/۴۳	۲۲/۷۶
باکال	A	۱۱۹/۷۱	۳۰/۸۷
	B	۱۰۷/۵۷	۲۷/۵۱
	C	۱۴۳/۷۱	۲۵/۲۲
دیستال	A	۱۰۰/۷۱	۲۸/۶۶
	B	۱۰۰/۱۴	۲۸/۲۸
	C	۱۵۸/۷۱	۳۱/۱۶
پالاتال	A	۹۲/۰	۲۸/۳۳
	B	۸۵/۸۶	۲۱/۷۳
	C	۱۳۷/۱۴	۱۳/۵۹

جدول ۲- مقایسه‌های دوبه‌دوی گروه‌ها توسط آزمون Tukey از نظر MO عمودی در سه جهت

جهت	گروه ۱	P value
مزیتال	B - A	۰/۶
	C - A	۰/۰۲
	C - B	۰/۰۰۲
دیستال	B - A	۰/۹
	C - A	۰/۰۰۵
	C - B	۰/۰۰۴
پالاتال	B - A	۰/۹
	C - A	۰/۰۰۳
	C - B	۰/۰۰۱

بوده است در حالی که تراش به صورت ترکیب دو روش بیشترین میزان MO افقی در هر دو جهت را ایجاد کرده بود. همچنین میزان MO افقی در تراش چمفر در حد وسط دو روش قرار داشت. نوع تراش یکنواخت در شولدر بول و چمفر تأثیر معنی‌داری در میزان MO عمودی در چهار جهت قراردادی اندازه‌گیری شده نداشت که این نتیجه با نظرات Belser و همکاران (۱۹۸۵)، Piemjai (۲۰۰۱) و Jahangiri

References

1. Wang CJ, Millstein PL, Nathanson D: Effects of cement, cement space, marginal design, seating aid materials, and seating force on crown cementation. *J Prosthet Dent* 1992;67:786-90.
2. Dedmon HW: The relationship between open margins and margin designs on full cast crowns made by commercial dental laboratories. *J Prosthet Dent* 1985;53:463-6.
3. el-Ebrashi MK, Craig RG, Peyton FA: Experimental stress analysis of dental restorations. 3. The concept of the geometry of proximal margins. *J Prosthet Dent* 1969;22:333-45.
4. Eames WB, O'Neal SJ, Monteiro J, Miller C, Roan JD Jr, Cohen KS: Techniques to improve the seating of castings. *J Am Dent Assoc* 1978;96:432-7.
5. Jahangiri L, Wahlers CH BA, Hittelman E, Matheson P: Assessment of sensitivity and specificity of clinical evaluation of cast restoration marginal accuracy compared to stereomicroscopy. *J Prosthet Dent* 2005;93:138-42.
6. Smith CD, Twiggs SW, Fairhurst CW, Zwemer JD: Determining the marginal discrepancy of cast complete crowns. *J Prosthet Dent* 1985;54:778-84.
7. Pilo R, Cardash HS, Baharav H, Helft M: Incomplete seating of cemented crowns: a literature review. *J Prosthet Dent* 1988;59:429-33.
8. Van Rensburg F, Strating H: Evaluation of the marginal integrity of ceramometal restorations: Part II. *J Prosthet Dent* 1984;52:210-4.
9. Hummert T, Barghi N, Berry T: Postcementation marginal fit of a new foil crown system. *J Prosthet Dent* 1992;68:766-70.
10. Morris HF: Quantitative and qualitative evaluation of the marginal fit of cast ceramic, porcelain – shoulder and cast metal full crown margins. *J Prosthet Dent* 1992;67:198-204.
11. Mitchell CA, Pintado MR, Douglas WH: Nondestructive in vitro quantification of crown margins. *J Prosthet Dent* 2001;85:575-84.
12. Felton DA, Kanoy BE, Bayne SC, Wirthman GP: Effect of in vivo crown margin discrepancies on periodontal health. *J Prosthet Dent* 1991;65:357-64.
13. Faull TW, Hesby RA, Pelleu GB Jr, Eastwood GW: Marginal opening of single and twin platinum foil – bonded aluminous porcelain crowns. *J Prosthet Dent* 1985;53:29-33.
14. Brockhurt PJ, Mclacerty VG: A castability standard for alloys used in restorative dentistry. *J Oper Dent* 1983;8:130-9.
15. Lomanto A, Weiner S: A comparative study of ceramic crown margins constructed using different techniques. *J Prosthet Dent* 1992;67:773-7.
16. White SN, Ingles S, Kipnis V: Influence of marginal opening on microleakage of cemented artificial crowns. *J Prosthet Dent* 1994;71:257-64.
17. Belser UC, MacEntee MI, Richter WA: Fit of three porcelain – fused – to – metal marginal designs in vivo: a scanning electron microscope study. *J Prosthet Dent* 1985;53:24-9.
18. Hunter AJ, Hunter AR: Gingival margins for crowns: a review and discussion. Part II: Discrepancies and configurations. *J Prosthet Dent* 1990;64:636-42.

19. Qualtrough AJ, Piddock V: Fitting accuracy of indirect restorations: a review of methods of assessment. *Eur J Prosthodont Restor Dent* 1992;1:57-61.
20. Piemjai M: Effect of seating force, margin design, and cement on marginal seal and retention of complete metal crowns. *Int J Prosthodont* 2001;14:412-6.
21. Wostmann B, Blosser T, Gouenoudis M, Balkenhol M, Ferger P: Influence of margin design on the fit of high – precious alloy restorations in patients. *J Dent* 2005;33:611-8.
۲۲. سیدان - ک، مهریزی - ه، نقاشیان - ع: مقایسه castability دو آلیاژ رزیلیوم ۳ و ویرون ۹۹ و بررسی تأثیر طول بول در castability. پایان نامه دکترای دندانپزشکی، دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، سال تحصیلی ۱۳۷۶-۷۷.
۲۳. صدر - س ج: مراحل کلینیکی در پروتز ثابت. انتشارات جهاد دانشگاهی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، ۱۳۷۲؛ چاپ اول. فصل ۷، ۳۳۲-۳۰۵.