

Comparative effects of conventional and digital impression techniques on the marginal adaptation of zirconia restorations

Mehran Nourbakhsh, Mehdi Mohammadi*, Elnaz Azizi Varzaghani

Department of Dental Fixed Prosthodontics, School of Dentistry, Islamic Azad University, Tehran, Iran

(Received: 2019/12/2

Accept: 2020/02/16)

Abstract

Background and Aims: One of the concerns in impressioning in dentistry is the marginal adaptation of the restoration which affects the accuracy and precision of the impression. Therefore, the aim of the present study was to compare the effects of conventional and digital impression techniques on the marginal adaptation of zirconia restorations in the classical chamfer preparation design.

Materials and Methods: In the present experimental study, 20 stainless steel die-casters were fabricated and divided into two groups. In the first group, intraoral scanners were used to taking impression and in the second group, one-step impressioning was carried out using panacil additive silicones. All specimens were cemented on their dies under a pressure of 5 N and their vertical and horizontal gap values were measured using stereo microscope.

Results: The mean vertical gap before cementation in conventional impression group was 47.15 microns and 31.79 microns in digital method. Mann U Whiney test results showed no significant difference between the two groups ($P < 0.2$). Vertical gap after cementation in the conventional method was 80.35 microns and 67.46 microns in the digital group, indicating no significant difference between the two groups ($P < 0.6$). The amount of marginal adaptation was similar regardless of the type of impressioning ($p < 0.9$). The marginal adaptation values in the horizontal dimension in the conventional technique group were 66.97 microns and 53.91 microns in the case group, which were not statistically significant ($P < 8/0$).

Conclusion: The results showed that each of the digital and conventional approaches was within the clinically acceptable ranges in terms of the impact on the marginal adaptation of the zirconia restorations.

Keywords: Dental Impression Technique; Dental Marginal Adaptation; CAD/CAM crowns

*Corresponding author: Mehdi Mohammadi

Email: ddsmehtiarticles@gmail.com

مقایسه تاثیر روش های قالب گیری معمولی و دیجیتال بر میزان تطابق لبه ای رستوریشن های زیر کونیایی

مهران نوربخش، مهدی محمدی، الناز عزیزی ورزقانی

بخش پروتزهای ثابت دندان، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۸/۱۱/۲۷

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۸/۹/۱۱

چکیده:

سابقه و هدف: یکی از نگرانی ها در قالب گیری، تطابق لبه ای رستوریشن است که صحیح و دقیق بودن قالب گیری بر آن تاثیر می گذارد. بنابراین هدف این مطالعه مقایسه آثار قالب گیری دیجیتال و معمولی بر تطابق لبه ای رستوریشن های زیر کونیایی در طرح تراش چمفر کلاسیک بود.

مواد و روش ها: در این مطالعه تجربی، تعداد ۲۰ عدد دای استنلس استیل توسط دستگاه تراش ساخته شده و به دو گروه تقسیم شدند. در گروه اول با استفاده از اسکر داخل دهانی قالب گیری انجام شد. در گروه دوم قالب گیری یک مرحله ای توسط سیلیکون های افزایشی پاناسیل انجام شد. تمام نمونه ها با استفاده از سمان دو آل کیور روی دای های خود تحت فشار نیروی ۵ نیوتن سمان شدند و پس از ماند نمونه ها میزان گپ عمودی و افقی توسط استریو میکروسکوپ اندازه گیری شد. برای تجزیه و تحلیل داده از آزمون mann-u-whitney استفاده شد.

یافته ها: میانگین میزان گپ عمودی قبل از سمان کردن در گروه قالب گیری معمولی ۷۴/۵۱ میکرون ($\pm ۷۱/۲۳$) و در روش دیجیتال ۱۳/۹۷ میکرون ($\pm ۴۱/۱۷$) بود. نتایج آزمون yentihw-u-nnam نشان دهنده نبود اختلاف معنادار در میان دو گروه بود ($P > ۰/۰۵$). میانگین میزان گپ عمودی بعد از سمان کردن در روش معمولی ۰/۵۳ میکرون ($\pm ۵۳/۹۷$) و در گروه دیجیتال ۷۶/۶۴ میکرون ($\pm ۵۳/۷۶$) بود که بر اساس نتایج آزمون yentihw-u-nnam نشان دهنده نبود اختلاف معنادار در میان دو گروه بود ($P > ۰/۰۵$). میزان تغییر گپ در روش معمولی ۳۳/۹۱ میکرون ($\pm ۲۱/۸۸$) و در گروه دیجیتال ۵۳/۷۶ میکرون ($\pm ۰/۳۲۹۴$) بود. آزمون نشان داد که این میزان تغییر گپ عمودی در دو گروه به لحاظ آماری معنادار نبود ($P > ۰/۰۵$). میانگین میزان گپ در بعد افقی در گروه معمولی ۶۶/۷۹ میکرون ($\pm ۳۴/۵۵$) و در گروه دیجیتال ۳۵/۱۹ میکرون ($\pm ۷۳/۴۷$) بود که به لحاظ آماری معنادار نبود ($P > ۰/۰۵$).

نتیجه گیری: هر دو روش قالب گیری دیجیتال و معمولی از نظر تاثیر بر میزان تطابق لبه ای رستوریشن های زیر کونیایی در محدوده قابل قبولی از نظر کلینیکی قرار دارند.

واژگان کلیدی: تکنیک های قالب گیری دندانپزشکی، تطابق لبه ای، رستوریشن زیرکونیا

مقدمه

یکی از نگرانی ها در قالب گیری، تطابق لبه ای است. تطابق لبه ای رستوریشن های full coverage از عوامل مهم موفقیت طولانی مدت آن ها بوده (۱،۲). یکی از عواملی که بر تطابق لبه ای تاثیر می گذارد قالب گیری صحیح و دقیق است (۱،۳). قالب گیری یک گام مهم در فرآیند پیچیده ساخت یک رستوریشن پروتزی غیرمستقیم با تطابق خوب است که برای تکرار شرایط دهان و مورفولوژی دندان به عنوان بخش جدایی ناپذیر درمان پروتز انجام می گیرد (۴،۵). از آنجا که تمام مراحل لابراتواری

ساخت پروتز ثابت براساس مدل تهیه شده از دندان های تراش خورده بیمار انجام می گیرد؛ قالب گیری دقیق و تبدیل آن به کست، فاکتور اساسی و تاثیرگذار در تطابق روکش و دنج های پارسیل ثابت است. مهم ترین دلیل از دست رفتن دندان های پایه، ایجاد پوسیدگی های ثانویه در زیر روکش عنوان شده و مهم ترین عامل تکنیکی هم که در این امر دخالت دارد؛ تطابق نامناسب روکش با دندان پایه است. در دندان های روکش شده؛ وضعیت پریدونتال دندان های پایه به میزان زیادی تحت تاثیر تطابق مارجین روکش است (۶). بنابراین دقت ابعادی و ثبت دقیق جزئیات یک پیش نیاز

نویسنده مسئول: مهدی محمدی

پست الکترونیک: ddsmehdiaarticles@gmail.com

یافته ها

از هر کدام از گروه‌های مورد و شاهد دو نمونه به دلیل خطای انسانی در هنگام مانت و برش از دست رفتند و در نتیجه این تحقیق روی ۱۶ نمونه (هشت نمونه به روش قالب گیری دیجیتال و هشت نمونه هم به روش قالب گیری معمول تهیه شده بودند) انجام شد. میزان تطابق لبهای رستوریشن‌ها در بعد عمودی قبل از سمان و همچنین در دو بعد افقی و عمودی پس از سمان کردن و میزان تغییر آن‌ها در جدول ۱ آورده شده است. نتایج نشان‌دهنده این بود که میانگین میزان گپ عمودی قبل از سمان کردن در گروه قالب گیری معمول $47/15 \pm 17/32$ میکرون و در روش دیجیتال $31/79 \pm 14/71$ میکرون بود. نتایج آزمون mann-u-whitney نشان‌دهنده نبود اختلاف معنادار در میان دو گروه بود ($P > 0/2$). میانگین میزان گپ عمودی بعد از سمان کردن در روش معمول $80/25 \pm 35/79$ میکرون و در گروه دیجیتال $67/46 \pm 35/67$ میکرون بود که بر اساس نتایج آزمون mann-u-whitney نشان‌دهنده نبود اختلاف معنادار در میان دو گروه بود ($P > 0/6$). میزان تغییر گپ در روش معمول $33/19 \pm 12/88$ میکرون و در گروه دیجیتال $35/67 \pm 30/49$ میکرون بود. آزمون نشان داد که این میزان تغییر گپ عمودی در دو گروه به لحاظ آماری معنادار نبود ($P > 0/9$). میانگین میزان گپ در بعد افقی در گروه معمول $66/97 \pm 43/55$ میکرون و در گروه دیجیتال $53/91 \pm 37/74$ میکرون بود که به لحاظ آماری معنادار نبود ($P > 0/8$). جدول شماره ۱ میزان گپ عمودی و افقی بر حسب روش قالب گیری را نشان می‌دهد.

بحث

نتایج نشان‌دهنده این بود که هر دو روش قالب گیری دیجیتال و معمولی از نظر تاثیر بر میزان تطابق لبهای رستوریشن‌های زیرکونیایی در محدوده قابل قبولی از نظر کلینیکی قرار دارند. تطابق لبهای یکی از معیارهای مهم در میزان موفقیت رستوریشن‌های ثابت است (۱۳). به طوری که تطابق ضعیف می‌تواند همراه با مشکلات شدیدی مثل پوسیدگی، التهاب لثه و تحلیل استخوان همراه باشد که سبب به خطر افتادن حیات دندان شود (۹). Seelbach برای اندازه‌گیری مارجینال گپ فاکتورهای از قبیل اندازه‌گیری با سمان و یا بدون سمان، پروسه aging بعد از سمان کردن، نوع میکروسکوپ و وسیله بزرگنمایی، نوع و تعداد نقاط اندازه‌گیری را مطرح کردند (۱۴). در این مطالعه برای افزایش دقت در اندازه‌گیری مقادیر گپ نمونه‌ها از روش cross sectional استفاده شد که با وجود invasive بودن، ولی مقادیر دقیق‌تری در اختیار می‌گذارد (۱۵).

به فاصله موجود بین نقطه‌ای که حد داخلی و خارجی لبه رستوریشن را به هم متصل می‌کند و همین طور تصویر نقطه‌ای که حد داخلی و خارجی لبه دندان تراش خورده را به هم متصل می‌کند در مقابل نقطه مذکور در لبه رستوریشن روی محورهای X و Y به ترتیب گپ افقی و گپ عمودی گفته می‌شود (۱۶). این مقادیر با استفاده از stereomicroscope و با واحد میکرومتر (میکرون) اندازه‌گیری می‌شود (۱۷). در ارزیابی موفقیت کلینیکی طولانی‌مدت و کیفیت رستوریشن‌ها، تطابق مارجینال از معیارهای ضروری به شمار می‌رود زیرا با افزایش فضای مارجینال، مواد سمائی بیشتری در معرض محیط دهان قرار گرفته و پلاک باکتریایی در این ناحیه تجمع یافته، سبب التهاب لثه، پوسیدگی و واکنش پالپی و در نهایت شکست پروتز می‌شود.

ضروری برای قالب گیری موفق به شمار می‌رود (۵،۷). همزمان با سیستم‌های طراحی و ساخت کامپیوتری (CAD/CAM)؛ استفاده از مدل‌های دیجیتالی در دندانپزشکی اهمیت بسیاری پیدا کرده است. در این تکنولوژی؛ دندان تراش خورده قالب گرفته شده و کست گچی با استفاده از یک اسکنر به صورت مدل دیجیتالی درآمده و یک مدل دیجیتالی سه‌بعدی برای طراحی و تراش رستوریشن ایجاد می‌شود (۸). مزایای سیستم‌های CAD/CAM؛ شامل ساخت رستوریشن‌های با یکپارچگی بیشتر از طریق کاربرد بلوک‌های تجاری از مواد، استانداردسازی فرآیندهای شکل‌دهی رستوریشن‌ها و کاهش زمان ساخت و هزینه‌هاست (۹). همچنین در این روش می‌توان با حذف مراحل نظیر موم‌گذاری، investing و تهیه کست؛ دقت نمونه‌ها را افزایش داد (۱۰). بنابراین به دلیل تناقض اطلاعاتی موجود، تحقیق حاضر با هدف مقایسه آثار قالب‌گیری دیجیتال و معمولی بر تطابق لبهای رستوریشن‌های زیرکونیایی در طرح تراش چمبر کلاسیک در دانشکده دندانپزشکی دانشگاه آزاد اسلامی تهران در سال ۱۳۹۶ انجام شد.

مواد و روش ها

تحقیق به صورت تجربی-آزمایشگاهی انجام شد. یک دای استاندارد استنلس استیل با طول ۷mm و قطر ۵mm تهیه شد (۱۱). دای توسط دستگاه تراش (CNC) تراش خورده به شکلی که تراش آن به صورت مارژین چمبر به عمق ۰.۸ میلی‌متر بود (۱۲) و دیواره‌ها ۱۰ درجه به سمت اکلوژال مقارب بودند (برای هر دیواره پنج درجه) (۱۳). ۲۰ عدد دای استنلس استیل دیگر توسط دستگاه CNC مشابه با دای استاندارد اولیه و با همان مشخصات ساخته شدند و بعد از کدگذاری؛ نمونه‌ها به صورت تصادفی به دو گروه ۱۰ تایی تقسیم شدند؛ در یک گروه در تمامی سطوح با استفاده از اسکنر داخل دهانی (Sirona; Germany, incoris ZI) از روش CAD-CAM استفاده شد. در گروه قالب‌گیری انجام و برای ساخت کپی‌های زیر کونیا از دیسک زیرکونیایی (Sirona; Germany, incoris ZI) از روش CAD-CAM استفاده شد. در گروه دوم؛ قالب‌گیری یک مرحله‌ای توسط سیلیکون‌های افزایشی (Panasil tray soft; heavy, kettenbach; Germany) به روش معمولی انجام شد. دای‌ها با استفاده از گچ استون نوع چهار ریخته شد و پروسه ساخت کپی‌های زیر کونیا به روش CAD-CAM انجام شد. پس از ساخت، کورها بر روی دای‌های استنلس استیل خود قرار گرفتند و عمل try-in انجام شد. در مرحله بعدی؛ گپ عمودی قبل از cementation با استفاده از استریومیکروسکوپ (Leica, Germany Ez4) محاسبه شد. سپس؛ تمامی نمونه‌ها با استفاده از سمان دوآل کپور (panavia F2, kuraray, japan) بر روی دای‌های خود سمان شدند و وسیله‌ای ساده که توسط دستگاه مانت گرم ساخته شده بود و نیروی ۵ نیوتن وزنه ۵۰۰ گرمی را به طور یکنواخت به تمام قسمت‌های کر زیرکونیا وارد می‌کرد روی نمونه به همراه وزنه به مدت ۱۰ دقیقه قرار داده شدند. پس از تمیز کردن اضافه‌های سمان؛ نمونه‌ها در آب مقطر به مدت ۲۴ ساعت قرار داده شدند. سپس نمونه‌ها درون رزین‌های شفاف مانت شدند و عمل برش توسط دیسک‌های مخصوص (speedy, prodont, Hollinger, france) به ضخامت ۰/۳ میلی‌متر توسط دستگاه در مسیر قطر دای به صورت عمودی در مرکز تحقیقات دندانپزشکی دانشگاه تهران انجام شد. مسیر برش اینکه در جهت مزودیستال یا با کولینگوال به دلیل استفاده از دای استاندارد مهم نیست و دوباره میزان گپ عمودی و افقی توسط استریومیکروسکوپ مذکور با بزرگنمایی ۳۵× در ناحیه مارجین‌ها در نقاط باکال و لینگوال اندازه‌گیری شد.

جدول ۱- میزان گپ عمودی و افقی بر حسب نوع روش قالب‌گیری

روش قالب‌گیری	میزان گپ		عمومی	
	قبل از سمان	بعد از سمان	تغییرات	افقی
معمول	$47/17 \pm 15/32$	$80/25 \pm 35/79$	$33/12 \pm 19/88$	$66/43 \pm 97/55$
دیجیتال	$31/14 \pm 79/71$	$67/35 \pm 46/67$	$35/30 \pm 67/49$	$53/37 \pm 91/74$
نتیجه آزمون mann-u-whitney	$P < 0/07$	$P < 0/6$	$P < 0/9$	$P < 0/8$

ایجاد یک لایه ضخیم سمان روی یک دیواره و لایه نازک روی دیواره مقابل شود (۲۴). همچنین گزارش شده که نوع سمان هم روی فیت کراون‌های دندانی تاثیر دارد (۱۱). در تحقیقی به تازگی Pedroche و همکاران (۲۰۱۶) با عنوان تطابق مارجینال و داخلی کوپینگ زیرکونیا با استفاده از روش‌های متفاوت قالب‌گیری دیجیتال بررسی کردند. در این مطالعه مولر اول ماندیل انسان در تیپ‌دنت ست شد و دندان آنتاگونیست آن با استفاده از کراون تمام سرامیک تهیه شد. قالب‌گیری دیجیتالی با استفاده از اسکنر داخل دهانی (۳Shape) و ایمپرسیون پلی وینیل سیلوکسان و مدل gypsum نوع چهار استفاده شد و اسکن به وسیله اسکنر لاپراتور (۳Shape DV۰۰) انجام شد. کوپینگ زیرکونیا برای هر گروه با استفاده از روش CAD-CAM انجام شد. تطابق مارجینال و داخلی با استفاده از تکنیک silicone replica انجام گرفت. نتایج کلی حاکی از این بود که اسکنر داخل دهانی دیجیتالی کمترین گپ را در مقایسه با سایر روش‌های قالب‌گیری داخل دهانی بر میزان تطابق لبه‌ای رستوریشن‌های زیر کونیایی دارد. از مهم‌ترین نکات تعیین‌کننده در ارجح بودن یک روش قالب‌گیری نسبت به سایر روش‌ها، مقایسه دو به دو نقاط تعیین شده برای مطالعه مارجینال گپ است به طوری که تنها با استفاده از نقاط مشخص می‌توان به برتری یا ضعف سیستمی به دیگری پی برد (۲۵). در مطالعه حاضر مارجینال گپ در نواحی افقی و عمودی انجام شد و هر دو سیستم (قالب‌گیری دیجیتال و کلاسیک) ارزیابی شدند که از نظر آماری تفاوت معناداری در بین آنها دیده نشد. بنابراین به نظر می‌رسد مارجینال گپ در هر دو سیستم قالب‌گیری دیجیتالی و کلاسیک بر میزان تطابق لبه‌ای رستوریشن‌های زیر کونیایی اثر مشابهی دارد. وجدانی و همکاران (۲۰۱۳) تطابق مارجینال و داخلی کراون متال سرامیک ساخته شده با تکنیک‌های CAD/CAM و Wax up را بررسی کردند. با توجه به گزارش آن‌ها، مارجینال و اینترنال گپ در تمام نواحی اندازه‌گیری شده در CAD/CAM بالاتر از گروه شاهد بود (۲۶). از محدودیت‌های این تحقیق می‌توان به دسترسی سخت برای قالب‌گیری دیجیتال اشاره کرد.

نتیجه‌گیری

نتایج نشان‌دهنده این بود که هر دو روش قالب‌گیری دیجیتال و معمولی از نظر تاثیر بر میزان تطابق لبه‌ای رستوریشن‌های زیر کونیایی در محدوده قابل قبولی از نظر کلینیکی قرار دارند.

ایجاد تطابق لبه‌ای کامل در بالین بیمار، امری غیر قابل دستیابی بوده و دقیق‌ترین لبه‌ها در ترمیم‌های مختلف نیز به اندازه کافی بسته نیستند تا مانع از هجوم باکتری‌ها شوند (۱۹ و ۱۸). به عنوان مثال می‌توان پهنای موی انسان را در نظر گرفت که حدود ۵۰ میکرومتر ضخامت داشته، ولی باکتری‌های مسئول ایجاد پوسیدگی، قطری حدود چهار تا پنج میکرومتر دارند. به دلیل اینکه باکتری‌ها به صورت متناوب از زیر لبه‌های رستوریشن عبور می‌کنند، مقاومت بیمار در برابر فرآیند بیماری بسیار مهم‌تر از میزان بازشدگی لبه‌ای روکش‌هاست. در صورت ایجاد تطابق لبه‌ای کافی، بیمار قادر خواهد بود به خوبی از نخ دندان استفاده کرده و مراقبت‌های مربوط به ترمیم را انجام دهد. بنابراین، بیمار با انجام این مراقبت‌ها قادر خواهد بود مانع از حل شدن سمان شده و میزان مقاومت طبیعی سمان افزایش خواهد یافت (۲۰). Sorensen (۱۹۹۰) گپ را به دو بخش عمودی و افقی تقسیم بندی کرده (۲۱) و Holmes و همکاران (۱۹۸۹) نیز گپ را به صورت فاصله بین سطح داخلی رستوریشن و سطح خارجی دندان تراش خورده تعریف کرده‌اند (۲۲). علاوه بر این Groten و همکاران (۱۹۹۷) تا ۳۰ درجه اختلاف با مسیر مشاهده گپ در تکنیک Holmes را قابل قبول دانسته و نشان دادند اندازه‌گیری گپ با میکروسکوپ نوری و الکترونی تفاوت معناداری نداشته و با هر دو روش هم می‌توان گپ را به طور قابل قبولی اندازه‌گیری کرد (۲۳). در صورتی که Pelekanos و همکاران (۲۰۰۹) گپ را به صورت فاصله موجود بین نقطه‌ای که حد داخلی و خارجی لبه رستوریشن را به هم متصل می‌کند و نقطه‌ای که حد داخلی و خارجی لبه دندان تراش خورده را به هم متصل می‌کند تعریف کردند (۱۶) و ما در این تحقیق با همین روش عمل کردیم. در این تحقیق دو روش قالب‌گیری معمولی و دیجیتال بر تطابق لبه‌ای در بعد افقی و عمودی رستوریشن‌های زیرکونیایی بررسی شد. همان‌طور که دیده شد میزان تغییر تطابق لبه‌ای صرف نظر از نوع قالب‌گیری مشابه هم بود. این تحقیق نشان داد که میزان gap در دو گروه بررسی شده در محدوده مطلوب است و هر دو نوع قالب‌گیری می‌توانند در داخل دهان با موفقیت استفاده شوند. بنابراین انتظار می‌رود مارجینال gap و احتمال لیکج در هر دو سیستم یکسان باشد. بسیاری از محققان، پس از سمان کردن مارژینال گپ بیشتری را نسبت به قبل سمان کردن گزارش کرده‌اند (۲۳، ۲۲) بنابراین تکنیک‌های سمان کردن مثل فشار کنترل نشده انگشت و یا بیش از اندازه پر شدن روکش با سمان می‌تواند سبب جریان غیر یکنواخت سمان و در نتیجه

chanical digitizing with a CAD/CAM system for fixed restorations. Int J Prosthodont 2001;14:146-151.

9. Strub JR, Rekow ED, Witkowski S. Computer-aided design and fabrication of dental restorations: current systems and future possibilities. J Am Dent Assoc 2006;137:1289-1296.

10. Abduo J, Lyons K, Swain M. Fit of zirconia fixed partial denture: a systematic review. J Oral Rehabil 2010;37:866-876.

11. Romeo G, Jorio M, Simelli S, Camandana M, Abati S, marginal Adaptation of full coverage CAD/CAM restorations in vitro study using a non-destructive method. Minerva 2009 Mar;58(3):61-72. Tuntiprawon M, Wilson PR. The effect of cement thickness on the fracture strength of all ceramic crowns. Aust Dent J 1995;40:16-21.

12. Bindi A, Mormann WT. Marginal and internal fit of all-ceramic CAD/CAM crown coping on chamfer preparations. J oral Rehabil. 2005 Jun;32(6):441-7.

13. Beschnidt SM, Strub JR. Evaluation of marginal accuracy of different allceramic crowns system after simulation in the artificial mouth, J Oral Rehabil. 1999;26:582-593

14. Seelbach P, Brueskel C, Wostman B. Accuracy of digital and conventional impression techniques and work flow. Clin Oral Invest 2013;17:1759-1764

منابع:

- Shillingburg. HT. Fundamentals of fixed prosthodontics 4th.ed,c 2012.
- Bindi A, Mormann WT. Marginal and internal fit of all-ceramic CAD/CAM crown coping on chamfer preparations. J oral Rehabil. 2005 Jun;32(6):441-7.
- An, S., et al., Evaluating the marginal fit of zirconia copings with digital impressions with an intraoral digital scanner. J Prosthet Dent, 2014. 112(5): p. 1171-5
- Luthardt RG, Rudolph H, Koch R, Walter MH. Quasi randomized controlled clinical study on the accuracy of two-stage putty-and-wash impression materials. Int J Prosthodont 2009;22(3):296-302.
- Luthardt RG, Walter MH, Weber A, Koch R, Rudolph H. Clinical parameters influencing the accuracy of 1- and 2-stage impressions: a randomized controlled trial. Int J Prosthodont 2008; 21:322-327.
- Wostmann B, Rehmann P, Trost D, Balkenhol M. Effect of different retraction and impressions techniques on the marginal fit of crowns. J Dent 2008;36:508-512.
- Donovan TE, Chee WW. Current concepts in gingival displacement. Dent Clin North Am 2004;48:433-444.
- Luthardt R, Sandkuhl O, Herold V, Walter M. Accuracy of me-

15. Jalalian E, Mirtorabi M, Coparison of the effect of chamfer and radial shoulder finish line designs on marginal adaptation of all-ceramics Cercone restorations. *Journal of Dental Medicine-Tehran University of Medical Sciences* 2010;23(3):147-152
16. Comlekoglu M, Dundar M. Influence of Cervical Finish Line Type on the Marginal adaptation of Zirconia Ceramic Crowns. *operative dentistry*:2009;34(5):586-592
17. Felton DA, Kanoy BE, Bayne MS, Withman GP. Effect of in vitro crown margin Discrepancies on periodontal health. *J Prosthet Dent* 1991;65:357-364.
18. Tuntiprawon M, Wilson PR. The effect of cement thickness on the fracture strength of all ceramic crowns. *Aust Dent J* 1995;40:16-21.
19. Christensen GL. Marginal fit of gold inlay castings. *J Prosthet Dent* 1966;16(2):297-305.
20. Mclean JW, von Fraunhofer JA. The estimation of cement film thickness by an in vivo technique. *Br Dent J* 1971;131:107-111.
21. Sorensen JA. A standardized method for determination of crown margin fidelity. *J Prosthet Dent* 1990; 64(1):18-24.
22. Holmes JR, Bayne SC, Holland GA, Sulik WD. Considerations in measurement of marginal fit. *J Prosthet Dent* 1989;62(4):405-408.
23. Groten M, Girthofer S, Probst L. Marginal fit consistency of copy-milled all-ceramic crowns during fabrication by light and scanning electron microscopic analysis in vitro. *J Oral Rehabil* 1997;24(12):871-881.
24. Lee J-J, Jeong I-D, Park J-Y, Jeon J-H, Kim J-H, Kim W-C. Accuracy of single-abutment digital cast obtained using intraoral and cast scanners. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2016.
25. Tsitrou EA, Northeast SE, Van Nort R. Evaluation of Marginal Fit of three Margin design of resin composite crowns using CAD/CAM. *J Dent*. 2007;jan;35(1):68-73
26. Müller P, Ender A, Joda T, Katsoulis J. Impact of digital intraoral scan strategies on the impression accuracy using the TRI-OS Pod scanner. *Quintessence International*. 2016;47(4):343-9.
27. Pedroche LO, Bernardes SR, Leao MP, Kintopp CCdA, Correr GM, Ornaghi BP, et al. Marginal and internal fit of zirconia copings obtained using different digital scanning methods. *Brazilian Oral Research*. 2016;30(1): 187-96.