

## دراسة مخبرية مقارنة لتأثير التحضير بكتف والتحضير بشبه كتف على الإنطباق الحفافي في التيجان الزركونية الخزفية المصنعة بتقنية CAD-CAM وتأثير دورات خبز الخزف على هذا الإنطباق

الدكتور ناصر بهرلي\*

الدكتور جهاد بدور\*\*

محمد شموط\*\*\*

(تاريخ الإيداع 17 / 2 / 2015. قُبِلَ للنشر في 6 / 4 / 2015)

### □ ملخص □

بما أنّ الإنطباق الحفافي هو العامل الأساسي في إطالة عمر والنجاح السريري للتعويض السني الثابت، فقد هدف هذا البحث لقياس التغيرات في الإنطباق الحفافي للقلنسوات الزركونية المصنعة بتقنية التصميم و التصنيع باستخدام الحاسب CAD-CAM قبل و بعد دورات خبز الخزف باستخدام تصميمين مختلفين من خطوط الإنهاء، وذلك لتعزيز عوامل نجاح التيجان الزركونية الخزفية.

تمت دراسة هذا التغير في الإنطباق الحفافي باستخدام نموذجين قياسيين من الستانلس ستيل لثنية علوية محضرة لاستقبال تاج زيركوني خزفي بخط إنهاء على شكل كتف وآخر على شكل شبه كتف. جرى تصنيع 20 قلنسوة زيركونية باستخدام تقنية التصميم والتصنيع بمساعدة الحاسب CAD/CAM، بقياس افتراضي للفجوة الحفافية صفر ميكرون. قسمت إلى 10 قلنسوات بكتف و 10 قلنسوات بشبه كتف . و أجريت القياسات باستخدام مجهر ضوئي مزود بكاميرا ( WM2BV®-Germany ) بتكبير 500 مرة.

لوحظ بأن دورات خبز الخزف أحدثت زيادة في الفجوة الحفافية ما بين حافة التاج الزيركوني الخزفي وحافة السن المحضر وأظهرت النهاية العنقية بشكل كتف تغيراً حفافياً أقل من شبه الكتف عندما تمت المقارنة من حيث شكل خط الإنهاء عند تطبيق اختبار t student و اختبار Mann Whitney و تحليل التباين الأحادي univariate analysis of variance ( ANOVA ). كما لوحظ أيضاً أن قيم الانطباق الحفافي في الدراسة الحالية كانت ضمن الحدود المقبولة سريريا .

الكلمات المفتاحية : الإنطباق الحفافي ، خط الإنهاء ، خبز الخزف ، الزركونيا ، تقنية CAD-CAM .

\* أستاذ مساعد - قسم التعويضات الثابتة - كلية طب الأسنان - جامعة تشرين - اللاذقية - سورية.

\*\* أستاذ مساعد - قسم هندسة القوى الميكانيكية - كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية - جامعة تشرين - اللاذقية - سورية.

\*\*\* طالب دراسات عليا (ماجستير) - قسم التعويضات الثابتة - كلية طب الأسنان - جامعة تشرين - اللاذقية - سورية.

## **An in vitro comparative study for the effect of shoulder and chamfer preparations on the marginal fit in zirconia-ceramic crowns fabricated by the CAD – CAM technique and the effect of ceramic firing cycles on this fitting**

**Dr. Nasser Baherli\***  
**Dr . Jihad Baddour\*\***  
**Muhammad Chammout\*\*\***

(Received 17 / 2 / 2015. Accepted 6 / 4 / 2015)

### **□ ABSTRACT □**

The marginal fit is the essential factor of prolonging age and clinical success of fixed prosthodontics . The aim of this study was to measure changes of the marginal fit of the zirconia copings fabricated using CAD-CAM system before and after the ceramic firing cycles by using two different finishing line designs, and that to promote success factors of the zirconia-ceramic crowns.

The study of this change in the marginal fit is achieved by using two standardized models made of stainless steel , one with a shoulder margin and the other with a chamfer margin , which represented preparations for zirconia - ceramic restorations of a maxillary central incisor. Twenty zirconia copings were fabricated using

a CAD/CAM system with hypothetical size of marginal gap 0 micron, and divided into ten with a shoulder and other ten with a chamfer. Measurements were carried out by using a microscope with camera ( WM2BV®-Germany ) at 500-times magnification.

It was noticed that comparisons of the firing cycles revealed a great change in the marginal gap. The cervical end with a shoulder revealed a marginal fit change less than that with a chamfer when the comparison is accrued depending on the marginal design depending on t student , Mann Whitney , univariate analysis of variance (ANOVA) tests. It was also observed that the marginal fit values in the present study were all within the clinically acceptable range.

**Key words :** marginal fit , design of cervical margin , porcelain firing ,zirconia , CAD – CAM technique .

---

\*Associate Professor, Department of Fixed Prosthodontics, Faculty of Dentistry, Tishreen University, Lattakia , Syria .

\*\*Associate Professor, Department of mechanical forces, Faculty of mechanical and electrical engineering , Tishreen University, Lattakia , Syria .

\*\*\*Postgraduate Student, Department of Fixed Prosthodontics, Faculty of Dentistry, Tishreen University ,Lattakia , Syria .

**مقدمة :**

يعتبر تعويض البنى السنية بمواد حيوية قوية بما فيه الكفاية لتحمل الضغوط الناتجة عن المضغ وتحقيق هواجس المرضى حول جعل التعويض الصناعي مشابهاً للسن الطبيعي، إحدى أصعب الجوانب في طب الأسنان اليوم وهو ما يعتبر الهدف النهائي والأسمى للتعويض السني. لذلك كان لا بد من ظهور تقنية جديدة تحقق مبدأ الجمال و الوظيفة آخذةً بعين الاعتبار جميع الشروط المهمة لنجاح أي تعويض كالتقبل الحيوي ودقة الإنطباق وسهولة الصنع. جرى في السنوات الأخيرة تقديم أنواع جديدة عالية الكفاءة من الخزف من أجل صانعي التعويضات السنية مما يغطي مجالاً واسعاً من الاستطباقات حيث أصبحت الزركونيا التي استخدمت سابقاً فقط في المجالات الهندسية منتجاً أساسياً في الأسواق السنية خلال السنوات العشرة الأخيرة [1].

تعتبر الزركونيا التي هي عبارة عن مادة بلورية (متعددة البلورات) بدون قالب زجاجي ومستقرة جزئياً بشكل أكسيد الإيتريوم (2-3% مول تقريباً) خياراً لتصنيع أكثرية الهياكل المتعددة الوحدات. يتم تعريف خزف أكسيد الإيتريوم (Y2O3) بأنه خزف زركوني متعدد البلورات رباعي الأضلاع [tetragonal zirconia polycrystal Y-TZP ceramics] [2].

لقد سهل ظهور أنظمة التصميم و التصنيع بمساعدة الحاسب-computer-aided design/computer-aided manufacturing (CAD/CAM)، استخدام الخزف الزركوني في التعويضات الثابتة المتعددة الوحدات [3]. ثم حازت تقنية التصنيع والتصميم بمساعدة الحاسب CAD/CAM شعبيةً كبيرةً نتيجةً لسهولة التصنيع باستخدامها ولخواصها الميكانيكية الجيدة حيث تؤمن هذه الأنظمة الخزفية الكاملة الاحتياجات المطلوبة من حيث القوة والمقاومة واللون والاستقرار و دقة الإنطباق من أجل النجاح السريري [4-5]. ويعتبر حالياً نظام الزركونيوم المصنع اعتماداً على الكمبيوتر (CAD-CAM) النظام الأحدث والأكثر تطوراً على مستوى الأنظمة الخزفية الخالية من المعدن.

يعتبر الإنطباق الحفافي العامل الأساسي في إطالة عمر والنجاح السريري للتعويض السني حيث يخلق الإنطباق غير المناسب فراغ بين التعويض والسن المحضر و عندما يزداد هذا الفراغ، يتعرض القسم الأكبر من مادة الإلصاق للبيئة الفموية. يتطلب منع انحلال عوامل الإلصاق [6]، أن تكون الفجوة الحفافية بالحد الأدنى مما يجعلها عاملاً أساسياً في انخفاض معدل فشل التعويض الناتج عن حدوث النخر والآفات اللبية وتجمع اللويحة الجرثومية والأطعمة والنهاب الأنسجة الداعمة [7]. بالإضافة إلى ذلك فإن الاختلافات في الإنطباق يمكن أن تخلق تركيزاً للجهود و التي من الممكن أن تنقص متانة وقوة الترميم مما قد يسبب انكساره لاحقاً [8]. سجلت الأبحاث المختلفة أن التيجان الخزفية الكاملة تظهر انفتاحاً حفافياً متوسطاً يتراوح بين 19 و 160 ميكرون [9-10]. فحص كل من Von Fraunhofer و Mclean أكثر من ألف تاج في عام 1971 و بعد فترة مراقبة لخمس سنوات استنتجاً بأن الفجوة الحفافية التي تكون بحدود 120ميكرون أو أقل تكون مقبولة من الناحية السريرية [11].

تم إجراء العديد من الدراسات حول تأثير دورات خبز الخزف على الإنطباق الحفافي للتيجان الزركونية الخزفية: قام Balkaya, M.C و زملاؤه بإجراء دراسة عام 2005 حيث كان الهدف من هذه الدراسة فحص تأثير دورات خبز الخزف والتلميع على ثلاث نماذج للتيجان الخزفية الكاملة Conventional In-Ceram و Copy-milled In-Ceram و Copy-milled feldspathic Ceram باستخدام نموذج معدني وحيد (نهاية عنقية واحدة). تمت القياسات على

هذا النموذج المعدني باستخدام profile projector. ضمن حدود هذه الدراسة، أثبتت أنظمة الخزف الكامل الثلاثة انطباقاً حفافياً مقبولاً و أثرت دورات خبز الخزف على الإنطباق الحفافي للأنظمة الخزفية الكاملة الثلاثة [8]. كما تم إجراء دراسة من قبل Kohorst.P وزملائه عام 2010 و كان الهدف من هذه الدراسة تقييم التغيرات في الإنطباق الحفافي بسبب عملية بناء الخزف لتعويض مؤلف من 4 قطع مصنوع من أنظمة زركونية مختلفة ( VITA In-Ceram , KaVo Everest ) وباستخدام دعامات ذات نهاية عنقية شبه كتف، حيث تم تعيين الفجوة الحفافية باستخدام مجهر ضوئي. استنتجت هذه الدراسة أن عملية بناء الخزف على القلنسوات الزركونية تقود إلى تغيرات هامة في الانطباق الحفافي حيث أن اتحاد القلنسوة مع مادة بناء الخزف المستخدمة كانت السبب في إحداث التشوهات الناتجة [1].

كذلك أجريت دراسة من قبل Soon Pak – Hyun عام 2010، كان الغرض منها مقارنة الإنطباق الحفافي لنظامين من التيجان الخزفية الكاملة المصنعة من كتل الزركونيا الملبدة جزئياً ( نظام LAVA ) وتلك التيجان المصنعة من كتل الزركونيا الملبدة بشكل كامل ( نظام Digident ) قبل وبعد بناء الخزف حيث تم استخدام سن طبيعية جرى تحضيرها بنهاية عنقية على شكل كتف. تمت القياسات باستخدام مجهر ضوئي مع التصوير باستخدام كاميرا Accura 2000 و أظهرت كلا المجموعتين إختلافات إحصائية عند تحليل الفجوات الحفافية قبل وبعد بناء الخزف [12].

في عام 2013 قام كل من Sattar J.A.Hmedat وزميله بإجراء دراسة كان الهدف منها تقييم الإنطباق الحفافي العمودي لتيجان الزركونيوم المصنعة باستخدام نظام AmannGirrbach قبل وبعد دورات خبز الخزف وبعد دورات التلميع مع استخدام نهاية عنقية على شكل كتف. تمت عملية القياس باستخدام مجهر ضوئي بتكبير 100 مرة بعد عمل القلنسوات وقبل البدء ببناء الخزف وبعد دورات خبز الخزف وبعد دورات التلميع حيث استنتج بأن التيجان الزركونية المصنعة بتقنية CAD-CAM مقبولة سريريا من حيث الإنطباق الحفافي وقد أثرت دورات خبز الخزف والتلميع بمجموعها على الفجوة الحفافية [13].

قام Vigolo P وزميله عام 2008 بإجراء دراسة هدفت إلى تقييم الإنطباق الحفافي للجسور الثابتة المؤلفة من 4 قطع ( دراسة مخبرية ) حيث تم إنتاج هذه الجسور باستخدام ثلاث أنظمة مختلفة لتصنيع التيجان الخزفية الكاملة بالاعتماد على الكمبيوتر CAD-CAM (Lava ، Procera ، Everest) مع استخدام نهاية عنقية واحدة و تمت عملية القياس باستخدام مجهر ضوئي بتكبير 50 مرة و ذلك قبل وبعد دورات خبز الخزف وبعد دورات التلميع. ضمن حدود هذه الدراسة، كان الإنطباق الحفافي مقبولاً في الأنظمة الثلاثة. أما بالنسبة لدورات خبز الخزف والتلميع فهي لم تؤثر على الإنطباق الحفافي في جميع أنظمة الزيركون المدروسة [14].

كما أجريت العديد من الدراسات التي تتعلق بتأثير تصميم النهاية العنقية على الإنطباق الحفافي للتيجان الزركونية الخزفية:

قام Comlekoglu و زملاؤه بإجراء دراسة عام 2009 لتقييم تأثير تصاميم مختلفة لخط الإنهاء ( شبه كتف و شبه كتف صغير وكتف مدور وخط إنهاء بسيط ) على الإنطباق الحفافي للخزف الزركوني، حيث تم استخدام نظام Zircons Zahn. تم إصاق التيجان النهائية إلى نماذجها باستخدام سمنت بولي كاربوكسيلات و عمل مقاطع عرضية في العينات قبل إجراء القياس بعد الانتهاء من عملية بناء الخزف باستخدام مجهر stereomicroscope بتكبير 250 مرة. حيث استنتجوا بأن الكتف بزواوية 90° مع تصميم زاوية خطية محورية لثوية

مدورة منصوحاً به ويؤمن انطباقاً حفافياً أفضل عند تحضير التيجان الخزفية الكاملة و الخزفية المعدنية مقارنة مع التحضير بشبه كتف [ 15 ].

أجرى Jalalian E و زميلته دراسةً عام 2010 كان هدفها مقارنة تأثير تصميم خط الإنهاء (شبه كتف) و ( كتف مدور ) على الإنطباق الحفافي للترميمات الزركونية الخزفية الكاملة المصنعة باستخدام نظام DeguDent. تم إصاق العينات إلى نماذجها و استخدم المجهر الإلكتروني الماسح لقياس الفجوة الحفافية حيث استنتج أن هذه الفجوة في حالة شبه الكتف كانت أقل من الكتف المدور [16].

كما أجرى Miuro و زملاؤه دراسةً عام 2014، لتقييم انطباق القلنسوات و التيجان الزركونية الخزفية باستخدام تصاميم مختلفة لخط الإنهاء ( كتف وكتف مدور ) باستخدام نظام DeguDent. تم فحص الإنطباق ما بين التيجان الزركونية و النماذج الرئيسية باستخدام المطاط السيليكوني حيث أجريت مقاطع عرضية في المطاط وقياس ثخانتها باستخدام universal projector بتكبير 50 مرة. استنتج الباحثون بأن تصميم خط الإنهاء و دورات خبز الخزف لم تؤثر على الإنطباق الحفافي للتيجان الزركونية الخزفية [17].

### أهمية البحث وأهدافه:

رغم أن الترميمات الخزفية الكاملة مستخدمة بشكل واسع ، لكن هناك نقص في المعلومات حول كيفية تأثير إنطباقها الحفافي بإجراءات التصنيع. عندما يتم تصنيع التيجان الخزفية الكاملة بشكل تقليدي، إما أن يتم صب الخزف من كتل خزفية أو أن يتم تشكيله من بودرة خزفية و خبزه باستخدام فرن خبز الخزف ونتيجةً لذلك، فإن التشوه الذي يحدث أثناء عملية التصنيع سيؤثر عكسياً على انطباق التاج [18].

تأتي أهمية هذا البحث من دراسته للعوامل المختلفة التي يمكن أن تؤثر على الإنطباق الحفافي للتيجان الزركونية الخزفية مقارنةً مع الدراسات السابقة لذلك نرى أن هذا البحث يعتبر مكملاً لتلك الدراسات.

إن الهدف من هذا البحث هو معرفة الشكل الأفضل لتحضير الحافة العنقية عند استخدام التيجان الزركونية المصنعة بطريقة CAD-CAM وذلك لتأمين الإنطباق الحفافي الأمثل، بالإضافة إلى دراسة التغير في الإنطباق الحفافي للقلنسوات الزركونية الخزفية المصنعة بتقنية CAD-CAM قبل و بعد دورات بناء و خبز الخزف ويأتي كل ذلك لتعزيز عوامل نجاح هذه التيجان.

### طرائق البحث ومواده :

تم تحضير نموذجين قياسيين من الستانلس ستيل لثنائيا علوية واحد بخط إنهاء كتف 90 درجة و الآخر بخط إنهاء شبه كتف 45 درجة والتي أعدت من أجل صنع تيجان زركونية خزفية (الشكل رقم 1).



الشكل رقم 1: نموذجي الستانلس ستيل لثنائيا العلوية المحضرة

كان عدد القلنسوات الكلي 20 قلنسوة تم تقسيمها إلى 10 قلنسوات بخط إنهاء كتف و 10 قلنسوات بخط إنهاء شبه كتف، جرى تصنيعها باستخدام نظام AMANNGIRRBACH® للتفريز الآلي (CAD/CAM) بقياس افتراضي للفجوة الحفافية 0 ميكرون.



الشكل رقم 2 : نظام AMANNGIRRBACH® للتفريز الآلي (CAD/CAM)

1-2 جهاز المسح scan / 2-2 جهاز التصميم design / 3-2 جهاز التفريز الآلي milling / 4-2 جهاز التليد sintering

و أجريت عملية التليد sintering ضمن فرن Ceramill® ذو درجة الحرارة العالية و بدرجة حرارة 1500 درجة لمدة 9 ساعات ( الشكل رقم 3 - 4 ).



الشكل رقم 4 : القلنسوات الزركونية بخط إنهاء كتف

الشكل رقم 3 : القلنسوات الزركونية بخط إنهاء شبه كتف

تم تصنيع مطبق من الإكريل البارد بشكل مماثل لطريقة تصنيع المطبق الجبسي، حيث يتم وضع نموذج السن المحضر المصنوع من الستانلس ستيل ضمنه وذلك لضمان توضع القلنسوة على النموذج بشكل ثابت ومستقر أثناء تكرار عملية القياس ( الشكل رقم 5 ).



الشكل رقم 5 : نموذج السن المحضر المصنوع من الستانلس ستيل ضمن المطبق الإكريلي

بعد ذلك جرى وضع القلنسوات التي تم تصنيعها فوق نماذجها وتمت عملية القياس الأول بعد الانتهاء من عملية التفريز والتلييد بإجراء قياس الانفتاح الحفافي بين حافة النموذج المحضر و الحافة الأكثر ذرؤية للقلنسوة الزركونية وهو ما يسمى بالفجوة العمودية (Vertical gap).

وزعت نقاط القياس بالتساوي على السطوح الأربعة المدروسة لكل تاج (السطح الأنسي ، السطح الدهليزي ، السطح الوحشي، السطح اللساني) حيث تم إجراء القياس في نقطتين على حافة نموذج الستانلس ستيل المحضر مع النقطتين المقابلتين لهما على حافة القلنسوة الزركونية وذلك لكل سطح من السطوح الأربعة المدروسة بما يعادل ثمانية قياسات لكل عينة مدروسة. تمت القياسات في مخبر القياسات بكلية الهندسة الميكانيكية و الكهربائية في جامعة تشرين، باستخدام مجهر ضوئي مزود بكاميرا (WM2BV®) بتكبير 500 مرة ( الشكل رقم 6 ). يتم القياس اعتمادا على برنامج تفاعلي (SAPHIR) يستخدم لقياس وتحديد أبعاد العناصر و هي النقطة و الخط المستقيم و الدائرة و الكرة و السطح المستوي و.....الخ.



الشكل رقم 6 : المجهر المستخدم في عملية القياس

و تظهر الصورتين التاليتين قلنسوتين زركونيتين بخط إنهاء شبه كتف أثناء عملية القياس ( الشكل رقم 7-8 ):



الشكل رقم 8 : يظهر الانطباق التام ما بين القلنسوة الزركونية والحافة العنقية على السطح الوحشي للعينة الثالثة

الشكل رقم 7: يظهر القيمة الأعلى للفرجة الحفافية في حالة شبه الكتف على السطح الأنسي للعينة الثانية

و فيما يلي صورتين لفلنسوتين زركونيتين بخط إنهاء كتف أثناء عملية القياس ( الشكل رقم 9- 10 ):



الشكل رقم 10: يظهر القيمة الأعلى للفرجة الحفافية في حالة الكتف على السطح الدهليزي للعيونة الثانية

الشكل رقم 9 : يظهر الانطباق التام ما بين الفلنسة الزركونية والحافة العنقية على السطح الوحشي للعيونة العاشرة

بعد الانتهاء من عملية القياس الأولي قمنا بالبداة بإجراءات تطبيق الخزف حيث تم استخدام خزف ( VMK MASTER ) لشركة VITA حيث تجري عملية بناء الخزف على ثلاثة مراحل:  
المرحلة الأولى: قبل تطبيق الخزف يستخدم خزف خاص شبيه بالأوباك opaque على الفلنسوات ثم توضع في الفرن حتى يتم الوصول إلى درجة حرارة 960°م مع استمرارية لمدة دقيقة واحدة علما بأن هذه المرحلة تستمر 17 دقيقة.

المرحلة الثانية والثالثة: تطبيق الخزف على مرحلتين بحيث يتم الوصول إلى درجة حرارة 910°م مع استمرارية لمدة دقيقة واحدة وذلك في كل مرحلة من المرحلتين علما بأن كل مرحلة تستمر 17 دقيقة. تتم جميع هذه المراحل بوجود جهاز التخلية الهوائية.  
بعد ذلك جرى إعادة وضع الفلنسوات التي تم بناء الخزف عليها فوق نماذجها وتمت عملية القياس ثانية. و نشاهد فيما يلي صورتين لتاجين من الخزف الزيركوني بخط إنهاء شبه كتف أثناء عملية القياس الثانية ( الشكل رقم 11 - 12 ):



الشكل رقم 12: يظهر إحدى القيم العليا للفرجة الحفافية على السطح الوحشي للعيونة التاسعة



الشكل رقم 11: يظهر الانطباق التام في حالة شبه الكتف على السطح اللساني للعيونة التاسعة

وفيمما يلي صورتين لتاجي الخزف الزيركوني مع خط إنهاء كتف أثناء عملية القياس الثانية ( الشكل رقم 13 -

: 14 )



الشكل رقم 14: يظهر إحدى القيم العليا للفرجة الحفافية على السطح الدهليزي للعينة الأولى

الشكل رقم 13 : يظهر الانطباق التام في حالة الكتف على السطح اللساني للعينة الرابعة

## النتائج والمناقشة:

### النتائج :

تم إجراء قياس للفجوة العمودية على السطوح الدهليزية و اللسانية و الأنسية و الوحشية وقد حرص على توخي الدقة في القياس. ثم دونت النتائج في جدولين على النحو التالي :

تم وضع قيم الفرجة الحفافية بالميكرون التي تم قياسها بعد الانتهاء من عملية التفريز والتليد ( القياس الأول ) وعملية بناء الخزف ( القياس الثاني ) في حال كانت الحافة العنقية بشكل كتف في الجدول رقم ( 1 ) حيث كان الحد الأدنى 0 ميكرون والحد الأعلى 117.3 ميكرون والمتوسط الحسابي 29.2 ميكرون بعد عملية التفريز والتليد و كان الحد الأدنى 0 ميكرون والحد الأعلى 160.8 ميكرون والمتوسط الحسابي 51.4 ميكرون بعد عملية بناء الخزف.

جدول رقم ( 1 ) يبين قيم الفرجة الحفافية بالميكرون بعد الانتهاء من عمليتي التفريز وبناء الخزف في حالة الكتف

المتوسط الحسابي	الوجه الوحشي		الوجه اللساني		الوجه الأنسي		الوجه الدهليزي		الكتف	
	النقطة الثانية	النقطة الأولى								
	21.98	0	0	86.4	0	0	0	89.5		
61.72	95.7	52.4	52.5	0	0	123.5	37	132.7	بناء الخزف	
50.16	74.1	71	0	64.8	74.1	117.3	0	0	التفريز	2
69	89.5	123.5	95.7	108	86.4	101.9	43.2	27.3	بناء الخزف	
32.78	0	64.8	49.4	52.5	58.6	0	37	0	التفريز	3
48.9	95.7	0	42.3	46.3	77.2	55.6	0	74.1	بناء الخزف	
18.56	0	0	0	0	43.5	52.5	52.5	0	التفريز	4
37.82	52.4	43.4	30.9	0	92.6	83.3	0	0	بناء الخزف	

27.4	92.6	21.6	0	0	30.9	0	74.1	0	التفريز	5
36.66	0	89.5	52.5	30.9	80.3	0	40.1	0	بناء الخزف	
45.17	64.8	49.6	21.7	0	98.8	37	89.5	0	التفريز	6
49.5	0	80.2	96.1	55.6	132.9	40.2	160.8	0	بناء الخزف	
21.22	0	58.6	27.8	0	52.5	0	30.9	0	التفريز	7
60.93	0	71	49.4	0	138.9	86.6	40.6	101	بناء الخزف	
12.72	46.3	0	0	0	0	55.5	0	0	التفريز	8
24.93	67.9	52.5	79.1	0	0	0	0	0	بناء الخزف	
29.3	30.9	52.3	43.2	58.6	49.4	0	0	0	التفريز	9
43.67	68.4	64.8	43.4	0	37	27.8	108	0	بناء الخزف	
11.15	52.2	0	0	0	37	0	0	0	التفريز	10
65.5	30.9	64.8	74.1	49.6	120.4	64.4	61.7	58.1	بناء الخزف	

كما تم وضع قيم الفرجة الحفافية بالميكرون التي تم قياسها بعد الانتهاء من عملية التفريز والتليد ( القياس الأول ) وعملية بناء الخزف ( القياس الثاني ) في حال كانت الحافة العنقية بشكل شبه كتف في الجدول رقم ( 2 ) حيث كان الحد الأدنى 0 ميكرون والحد الأعلى 114.2 ميكرون والمتوسط الحسابي 37.7 ميكرون بعد عملية التفريز والتليد و كان الحد الأدنى 0 ميكرون والحد الأعلى 206.8 ميكرون والمتوسط الحسابي 72.3 ميكرون بعد عملية بناء الخزف.

جدول رقم ( 2 ) يبين قيم الفرجة الحفافية بالميكرون بعد الانتهاء من عمليتي التفريز وبناء الخزف في حالة شبه الكتف

المتوسط الحسابي	الوجه الوحشي		الوجه اللساني		الوجه الأنسي		الوجه الدهليزي		شبه الكتف	
	النقطة الثانية	النقطة الأولى								
17.36	0	0	49.4	0	0	0	0	89.5	التفريز	1
29.71	0	0	77.2	49.4	37	0	0	74.1	بناء الخزف	
59.03	30.9	0	114.2	74.1	80.2	71	49.4	52.4	التفريز	2
77.57	58.6	0	86.4	151.2	117.3	68.2	67.9	71	بناء الخزف	

36.65	34	0	67.9	71	83.3	37	0	0	التفريز	3
56.7	89.5	0	86.4	101.8	95.7	80.2	0	0	بناء الخزف	
29.6	18.5	0	117.3	0	0	0	0	101	التفريز	4
71.75	151.4	151.2	58.6	0	43.2	74.1	0	95.7	بناء الخزف	
32.41	24.7	0	71	58.6	71	0	0	34	التفريز	5
83.35	86.4	0	151.4	132.7	108	104.9	52.5	30.9	بناء الخزف	
24.33	0	0	52.8	58.6	83.3	0	0	0	التفريز	6
96.06	74.1	0	101.8	92.6	114.2	114.2	138.9	132.7	بناء الخزف	
30.55	49.5	0	62	0	52.4	0	0	80.5	التفريز	7
72.1	132.5	92.6	58.7	58.6	80.2	89.5	0	64.8	بناء الخزف	
51.78	43.2	28.5	95.6	101.5	0	49.8	0	95.7	التفريز	8
60.1	58.6	0	64.4	0	74.1	89.5	129.6	83.3	بناء الخزف	
16.58	0	0	67.9	64.8	0	0	0	0	التفريز	9
101.85	0	64.8	145.1	191.5	206.8	138.9	0	67.9	بناء الخزف	
22.77	49.3	0	52.5	0	0	0	0	80.3	التفريز	10
73.68	86.4	34	61.7	80.2	52.4	71	117.3	86.4	بناء الخزف	

#### الدراسة الإحصائية:

إن الهدف من هذه الدراسة الإحصائية هو دراسة التغير في الإنطباق الحفافي ( بالميكرون ) في كلا حالتي النهايتين العنقيتين الكتف وشبه الكتف في القلنسوات الزركونية الخزفية المصنعة بتقنية CAD-CAM بعد الانتهاء من عملية التفريز والتلييد و بعد دورات بناء و خبز الخزف. حيث تم اختيار مستوى دلالة ( level of significance ) 5 % كما هو متفق عليه إحصائياً.

#### تطبيق اختبار t student:

تم إجراء اختبار t student للعينات المستقلة لدراسة دلالة الفروق في متوسط قيمة الفرجة الحفافية (بالميكرون) بين مجموعتي الدراسة.

#### بعد الانتهاء من عملية التفريز والتلييد :

جدول رقم (3) المتوسط الحسابي والحد الأدنى والحد الأعلى لقيمة الفرجة الحفافية (بالميكرون) في عينة البحث وفقاً لشكل خط الإنهاء المستخدمة.

خط الإنهاء	N	Mean	الحد الأدنى	الحد الأعلى
الكتف	80	29.2	0	117.3
شبه الكتف	80	37.7	0	114.2

اعتمادا على الجدول رقم (3) تبين لنا بأن قيمة  $t = -1.068$  مع  $P\text{-value} = 0.287$  وهي أكبر من 0.05 وبالتالي ليست هناك أية فروقات جوهرية في متوسط قيمة الفرجة الحفافية ( بالميكرون ) في كلتا حالتنا النهائيين العنقيتين بعد الانتهاء من عملية التفرير والتلييد (independent t test) .

#### 1- بعد الانتهاء من دورات خبز و بناء الخزف :

جدول رقم (4) المتوسط الحسابي والحد الأدنى والحد الأعلى لقيمة الفرجة الحفافية (بالميكرون) في عينة البحث وفقاً لشكل خط الإنهاء المستخدمة.

الحد الأعلى	الحد الأدنى	Mean	N	النهاية العنقية
160.8	0	51.4	80	الكتف
206.8	0	72.3	80	شبه الكتف

اعتمادا على الجدول رقم (4) تبين لنا بأن قيمة  $t = -2.837$  مع  $P\text{-value} = 0.005$  وهي أصغر من 0.05 وبالتالي هناك فروقات جوهرية في متوسط قيمة الفرجة الحفافية في كلتا حالتنا النهائيين العنقيتين بعد الانتهاء من دورات خبز وبناء الخزف (independent t test) و كان متوسط قيمة الفرجة الحفافية في حالة الكتف أصغر منه في حالة شبه الكتف.

#### تطبيق اختبار Mann Whitney :

تم تطبيق اختبار Mann Whitney لإيجاد الفوارق ما بين قيم المتوسطات لمجموعتين مستقلتين وذلك زيادة في الحرص والحيلة إذ يجب في كل حالة يتم تطبيق اختبار t student فيها إعادة الاختبار اللا معلمي المناسب لتثبيت النتيجة .

#### 1- بعد الانتهاء من عملية التفرير والتلييد :

مع  $P\text{-value} = 0.623$  لم نلاحظ وجود أية فروقات جوهرية في متوسط قيمة الفرجة الحفافية ( بالميكرون ) في كلتا حالتنا النهائيين العنقيتين بعد الانتهاء من عملية التفرير والتلييد. وهذا يتوافق مع النتائج التي تم الحصول عليها باستخدام اختبار t student.

#### 2- بعد الانتهاء من دورات خبز و بناء الخزف :

مع  $P\text{-value} = 0.006$  نلاحظ وجود فروقات جوهرية في متوسط قيمة الفرجة الحفافية ( بالميكرون ) في كلتا حالتنا النهائيين العنقيتين بعد الانتهاء من دورات خبز و بناء الخزف. كان متوسط قيمة الفرجة الحفافية في حالة الكتف أصغر منه في حالة شبه الكتف، وهذا يتوافق مع النتائج التي تم الحصول عليها باستخدام اختبار t student .

#### اختبار Univariate analysis of variance ( ANOVA ) أو ما يسمى بتحليل التباين الأحادي :

تم إجراء اختبار تحليل التباين الأحادي الجانب ANOVA لدراسة دلالة الفروق في متوسط قيمة الفرجة الحفافية (بالميكرون) بين مجموعة القياسات التي أجريت في السطح اللساني ومجموعة القياسات التي أجريت في السطح الوحشي ومجموعة القياسات التي أجريت في السطح الدهليزي ومجموعة القياسات التي أجريت في السطح الأنسي في عينة البحث، وذلك وفقاً للنهاية العنقية المستخدمة كما يلي:

## 1- بعد الانتهاء من عملية التفريز والتليد :

جدول رقم (5) المتوسط الحسابي والحد الأدنى والحد الأعلى لقيمة الفرجة الحفافية (بالميكرون) في عينة البحث وفقاً لشكل خط الإنهاء المستخدمة و السطح المدروس.

الحد الأعلى	الحد الأدنى	Mean	السطح المدروس	خط الإنهاء	المتغير المدروس
89.5	0	22.2	السطح الأنسي	الكتف	قيمة الفرجة الحفافية (ميكرون)
117.3	0	35.4	السطح الدهليزي		
86.4	0	25.2	السطح الوحشي		
92.6	0	34	السطح اللساني		
117.3	0	59	السطح الأنسي	شبه الكتف	
83.3	0	48.6	السطح الدهليزي		
89.5	0	29.2	السطح الوحشي		
49.5	0	13.9	السطح اللساني		

وفق جدول تحليل التباين رقم (5) وجدنا بأنه : لا توجد أية فروقات ذات دلالة إحصائية تتعلق بالسطح المدروس أو بالنهاية العنقية مع  $P\text{-value} = 0.176$  مما يجعل هذه النتائج متوافقة مع الاختبارات السابقة.

## 2- بعد الانتهاء من دورات بناء و خبز الخزف :

جدول رقم (6) المتوسط الحسابي والحد الأدنى والحد الأعلى لقيمة الفرجة الحفافية (بالميكرون) في عينة البحث وفقاً لشكل خط الإنهاء المستخدمة و السطح المدروس.

الحد الأعلى	الحد الأدنى	Mean	السطح المدروس	النهاية العنقية	المتغير المدروس
138.9	0	40.8	السطح الأنسي	الكتف	قيمة الفرجة الحفافية (ميكرون)
160.8	0	67.5	السطح الدهليزي		
123.5	0	40.3	السطح الوحشي		
108	0	57	السطح اللساني		
206.8	0	86.6	السطح الأنسي	شبه الكتف	
138.9	0	60.7	السطح الدهليزي		
151.4	0	60.7	السطح الوحشي		
191.5	0	54	السطح اللساني		

وفق جدول تحليل التباين رقم (6) وجدنا بأنه : توجد فروقات ذات دلالة إحصائية تتعلق بالسطح المدروس أو بالنهاية العنقية مع  $P\text{-value} = 0.049$  مما يجعل هذه النتائج متوافقة مع الاختبارات السابقة .

## المناقشة :

قامت هذه الدراسة بتحري تأثير دورات خبز الخزف على الانطباق الحفافي للتيجان الزركونية الخزفية المصنعة باستخدام تقنية التصميم والتصنيع بمساعدة الحاسب مع تصميمين لخط الإنهاء كتف 90 درجة وشبه كتف 45 درجة. في هذه الدراسة، تم استخدام نموذجين معدنيين قياسييين لتحليل الانطباق الحفافي للتيجان الزركونية الخزفية. تسمح النماذج المعدنية التي يتم الحصول عليها بطريقة التفرز بإجراء قياسات متماثلة على طول أي تحضير [19]- [20] مقارنة مع الأسنان الطبيعية [21] أو النماذج المصنعة من الراتنج الإكريلي [22]. إن الطبيعة غير المتماثلة لتحضيرات الأسنان الطبيعية ( التي تظهر تباينا كبيرا بسبب عمرها و بنيتها الفردية ) و الراتنجية الإكريلية تؤدي إلى إدخال متغيرات أخرى أثناء قياسات الانطباق الحفافي. كذلك يعتبر استخدام النموذج المعدني ذو فائدة كبيرة في حماية التحضير القياسي للنموذج و الإقلال من اهترائه أثناء عملية تصنيع القلنسوات والقياس. لهذا السبب، وقع الاختيار على النماذج المعدنية في هذه الدراسة.

لم يتم إجراء نسخ للنموذج المعدني للتحضير و صنع نماذج مصنوعة من الجبس الحجري كما في دراسات سابقة وإنما تم تصنيع القلنسوات والتيجان اعتمادا على النموذج المعدني مباشرة. إن إجراءات النسخ من طبقات و استخدام للجبس الحجري تؤدي إلى إدخال متغيرات أخرى أثناء قياسات الانطباق الحفافي. بما أن الهدف من هذه الدراسة كان تحليل دقة الانطباق الحفافي الأولي، لم يتم إلصاق التيجان الزركونية الخزفية إلى نماذجها. تغطي طبقة الإسمنت نقاط التقييم عادة، مما يؤدي إلى تشويش عملية القياس خاصة عند حواف التاج [23].

توافقت نتائج هذه الدراسة مع نتائج العديد من الدراسات السابقة مثل Balkaya, M.C و زملائه في عام 2005 [8]. ومع نتائج دراسة Kohorst.P و زملائه عام 2010 [1]. ومع نتائج دراسة Soon Pak – Hyun عام 2010 [12]. وأيضا مع نتائج دراسة Sattar J.A.Hmedat و زميله عام 2013 [13]. حيث أظهرت جميع هذه الدراسات تأثيراً سلبياً لدورات خبز الخزف على الانطباق الحفافي للتعويضات الزركونية الخزفية.

وفي دراسة مرجعية قام بها كل من J.Abduo و زملاؤه في جامعة أوتاغو- نيوزيلندا عام 2010 لتقصي انطباق التعويضات الزركونية الثابتة (FPD)، أظهرت كثير من الدراسات تأثيراً سلبياً لعملية بناء الخزف على الانطباق الحفافي للتعويضات الزركونية، حيث يشتمل معيار عملية بناء الخزف عدة عوامل هي: دورات خبز الخزف و أبعاد الهيكل بالإضافة إلى تصميم الحافة [24].

لم تتوافق هذه الدراسة مع الدراسة التي قام بها Vigolo P و زميله عام 2008 [14]. إن المجهر الضوئي المستخدم في هذه الدراسة كان تكبيره لا يتجاوز 50 مرة بينما كان يتميز المجهر الخاص بدراستنا بتكبير 500 مرة. في الدراسة المرجعية التي قام بها كل من F.Komine و زملائه في جامعة نيشون في اليابان عام 2010 والتي هدفت لوصف الحالة الراهنة للتعويضات الزركونية الثابتة اعتماداً على الدراسات المخبرية و السريرية التي تم إنجازها سابقاً، قيمت بعض هذه الدراسات تأثير دورات خبز الخزف على تشوه التعويضات الزركونية فوجد Vigolo و زملاؤه أن دورات خبز الخزف والتلميع لا تؤثر على الانطباق الحفافي للتعويضات الزركونية المؤلفة من 4 وحدات. بشكل معاكس، أثبتت دراسات أخرى أن إجراءات بناء الخزف تؤثر بشكل هام على الانطباق الحفافي لهذه التعويضات، حيث اعتبرت هذه الدراسات عدم التوافق الحراري بين مادة الهيكل الزيركوني والخزف المستخدم أحد الأسباب الهامة للتشوه الناتج عن دورات خبز الخزف [25].

يؤمن صانعو الخزف السني مواداً لبناء الخزف تمتلك معامل تمدد حراري أقل بشكل طفيف من مادة الهيكل الزركوني. يؤدي عدم التوافق في معامل التمدد الحراري بين الخزف ومادة الفلنسة إلى توترات في الضغط أثناء التبريد في حرارة الغرفة مما يؤدي إلى توضع الخزف الذي يتم بناءه تحت الضغط و بالتالي خفض إمكانية تطور الشقوق و الصدوع والذي يؤدي بدوره إلى تدعيم قوة الارتباط بين المادتين. على كل حال ، يمكن أن تؤثر قوة الارتباط هذه على جودة الانطباق الحفافي لذلك فإن تغيرات هذا الانطباق في مراحل دورة خبز الخزف يمكن أن تعزل إلى الجهود المتبقية من عدم التوافق أو التناظر incompatibility في معامل التمدد الحراري ما بين مادة الخزف المستخدم ومادة الفلنسة المستخدمة والذي يقود إلى التوتر المؤثر على الانطباق الحفافي و بالتالي التأثير الضار على انطباق التعويض الزركوني [24].

رغم أنه من المنتظر أن يسبب استخدام فارق بسيط في عدم التوافق في معامل التمدد الحراري عند بناء الخزف تشوها أقل في المنطقة الحفافية إلا أن النتائج التي حصل عليها Kohorst وزملاؤه لم تدعم هذا الفرضية. أظهرت النتائج لديهم أن العينات مع فارق أعلى في عدم التوافق في معامل التمدد الحراري  $(1.2-1.7 \times 10^{-6}k-1)$  أبدت تشوها أقل من تلك العينات مع فارق أقل في عدم التوافق في معامل التمدد الحراري  $(0.6 \times 10^{-6}k-1)$  [6]. يمكن أن نتوقع نظرياً أن الموجودات في الدراسة السابقة متناقضة حيث أن عدم توافق أقل في معامل التمدد الحراري يعني أن هناك ميزة في إنقاص التوتر والجهد المتبقي عند السطح البيني بين الخزف و الزركونيا . هذا يقترح بأن تأثير عملية بناء الخزف على الانطباق الحفافي للهياكل الزركونية هو ذو طبيعة متعددة العوامل ويجب أن يتم استقصاؤها بدراسات أعمق بما يتعلق بتصميم و أبعاد الهيكل وتأثير دورات خبز الخزف وتأثير عدم التوافق في معامل التمدد الحراري CTE والمحصلات المختلفة للهيكل الزركوني ومادة بناء الخزف وتصميم الحافة [1-13-14-24]. يمكن أن يتم شرح الاختلاف في الفجوة الحفافية بتفسير آخر بالاعتماد على حقيقة أنه أثناء عملية بناء الخزف، فإن ذرات من الخزف تنصهر وتتجمع لتملاً الفجوات والتقلص الناتج لكثافة الخزف يسبب قوة انضغاط على الفلنسة .

إن تشوه الفلنسة تحت تأثير جهد الخزف المنقلص (المنكمش) يكون منتشرراً حول المحيط الكلي للحافة. لذلك فإن الألب الطبي قد اقترح أسباب مؤكدة يمكن أن تكون مسؤولة عن هذا التشوه مثل :انكماش الخزف، تصميم و ثخانة بنية الفلنسة أثناء الخبز [13].

أما بالنسبة لتصميم الحافة، فقد توافقت نتائج دراستنا مع نتائج دراسة Comlekoglu و زملائه عام 2009، حيث اعتبروا بأن الكتف بزواوية 90° مع تصميم زاوية خطية محورية لثوية مدورة منصوحاً به عند تحضير التيجان الخزفية الكاملة مقارنة مع تحضير شبه الكتف. وذلك لأن الخواص التي تتميز بها الزركونيا ومنها خاصية سلوك الزحف Creep يمكن أن تكون السبب في ضعف انطباق التيجان مع خط إنهاء شبه كتف، كذلك يعتبر التحضير بخط إنهاء كتف أكثر مقاومةً للتشوه. كما يفضل استخدام الكتف أيضاً وذلك للمحافظة على السلامة البيولوجية للمنتقى المينائي الملاطي و ضرورة توافر حيز مناسب للفلنسة الزركونية و الخزف المبني عليها [15].

لوحظ أثناء التحليل بالمجهر الضوئي وجود كسور صغيرة عند حواف التيجان خاصة عندما كانت قيم الفجوات الحفافية كبيرة وخاصة في حالة شبه الكتف. يمكن تفسير ذلك بأن ثخانة الخزف عند تلك المناطق الحفافية تكون رقيقة في حالة التيجان بخط إنهاء شبه كتف مقارنة مع حالة التيجان بخط إنهاء كتف حيث يملك الكتف قاعدة مسطحة تساعد في تسهيل عملية التشكيل الحفافي [26].

لم تتوافق نتائج دراستنا مع نتائج دراسة Jalalian E وزميلته عام 2010 حيث استنتجنا أن الفجوة الحفافية في حالة شبه الكتف كانت أقل من الكتف المدور [16]. ولكن اعتمادا على (Kokubo Y) عام 2005 فإن إنتاج ترميمات مخروطية باستخدام نموذج خط إنهاء شبه كتف يعتبر عملاً معقداً أثناء عملية المسح، نتيجة وجود مناطق مقعرة ومحدبة في السطوح المائلة لهذا النموذج من خط الإنهاء [27]. كما لم تتوافق نتائجنا مع نتائج Miuro و زملاؤه دراسة عام 2014 حيث استنتج الباحثون بأن تصميم النهاية العنقية و دورات خبز الخزف لم تؤثر على الإنطباق الحفافي للتيجان الزركونية الخزفية [17]. استخدمت هذه الدراسة جهاز universal projector بتكبير 50 مرة بينما كان يتميز المجهر الخاص بدراستنا بتكبير 500 مرة كما ذكرنا سابقاً.

في دراستنا الحالية ، لم يكن هناك فروقات هامة بين قياسات الفجوة الحفافية للسطوح الأنسية و الدهليزية والوحشية و اللسانية.

### الاستنتاجات و التوصيات :

ضمن حدود هذه الدراسة نستنتج ما يلي :

- 1- ليست هناك أية فروقات جوهرية في متوسط قيمة الفرجة الحفافية في كلتا حالتنا النهائيين العنقيتين بعد الانتهاء من عملية التفريز والتلبيد .
- 2- تأثر الانطباق الحفافي للتعويضات الزركونية الخزفية المصنعة بتقنية CAD-CAM بتصميم خط الإنهاء حيث كانت هناك فروقات إحصائية هامة في متوسط قيمة الفرجة الحفافية ( بالميكرون ) في كلتا حالتنا النهائيين العنقيتين بعد الانتهاء من دورات خبز و بناء الخزف.
- 3- كان متوسط قيمة الفرجة الحفافية بعد الانتهاء من دورات خبز و بناء الخزف في حالة الكتف (51.4 ميكرون) أصغر منه في حالة شبه الكتف (72.3 ميكرون).
- 4- كانت القياسات في كلا حالتنا النهائيين العنقيتين ضمن الحدود المقبولة سريريا ( أقل من 120 ميكرون ).
- 5- إن تأثير عملية بناء الخزف على الانطباق الحفافي للهياكل الزركونية هو ذو طبيعة متعددة العوامل ويجب أن يتم استقصاؤها بدراسات أعمق بما يتعلق بتصميم و أبعاد الهيكل وتأثير عدم التوافق في معامل التمدد الحراري وتصميم الحافة.
- 6- لا بد من إجراء أبحاث سريرية أوسع تعتبر ضرورية قبل إصدار توصيات سريرية من أجل الممارسة اليومية.

### المراجع :

- 1- KOHORST, P; BRINKMANN, H; DITTMER, M. P; BORCHERS, H; STIESCH, M. *Influence of the veneering process on the marginal fit of zirconia fixed dental prostheses. Journal of Oral Rehabilitation, Vol. 37, 2010, 283-291.*
- 2-Cales, B; Stefani, Y; Lilley, E . *Long-term in vivo and in vitro aging of a zirconia ceramic used in orthopaedy. J Biomed Mater Res, Vol. 28, 1994, 619-624.*
- 3-Raigrodski, A.J; Chiche, G.J; Potiket, N et al. *The efficacy of posterior three-unit zirconium-oxide-based ceramic fixed partial dental prostheses: a prospective clinical pilot study. J Prosthet Dent, Vol.93 , 2006, 237-44.*

- 4 -Schwartz, N.L; Whitsett, L. D; Berry, T.G et al. *Unserviceable crowns and fixed partial dentures: life span and causes for loss of serviceability. J Am Dent Assoc, Vol. 81, 1970, 1395-401.*
- 5-Gorman, C.M; McDevitt, W.E; Hill, R.G. *Comparison of two heat-pressed all-ceramic dental materials. Dent Mater, Vol. 16, N. 6, 2000, 389-95.*
- 6-Schwartz, I.S. *A review of methods and techniques to improve the fit of cast restorations. J Prosthet Dent, Vol. 56, 1986, 279-83.*
- 7-Bergenholtz, G; Cox, C.F; Loesche, W.J et al. *Bacterial leakage around dental restorations: its effect on the pulp. J Oral Path, Vol. 11, 1982, 439-50.*
- 8-Balkaya, M.C; Cinar, A; Pamuk, S. *Influence of firing cycles on the margin distortion of 3 all-ceramic crown systems. J Prosthet Dent, Vol. 93, 2005,346-55.*
- 9-Shearer, B; Gough, M.B; Setchell , D.J. *Influence of marginal configuration and porcelain addition on the fit of In-Ceram crowns. Biomaterials, Vol.17, 1996,1891-5.*
- 10- Pera P, Gilodi S, Bassi F, Carossa S. *In vitro marginal adaptation of alumina porcelain ceramic crowns. J Prosthet Dent, Vol. 72,1994,585-90.*
- 11-McLean JW, von Fraunhofer JA. *The estimation of cement film thickness by an in vivo technique. Br Dent J, Vol. 131 , 1971, 107-11.*
- 12-Hyun-Soon Pak; Jung-Suk Han; Jai-Bong Lee; Sung-Hun Kim; Jae-Ho Yang. *Influence of porcelain veneering on the marginal fit of Digident and Lava CAD/CAM zirconia ceramic crown. J Adv Prosthodont, Vol. 2, 2010, 33-8.*
- 13- Sattar, J. Hmedat ; Adel , F. Ibraheem . *An in vitro evaluation of fit of the crowns fabricated by zirconium oxide-based ceramic CAD/CAM systems, before and after porcelain firing cycles and after glaze cycle. Restorative Dentistry, Vol. 25,N.1, 2013,43-48.*
- 14- Vigolo,P ; Fonzi ,F. *An in vitro evaluation of fit of zirconium-oxide-based ceramic four-unit fixed partial dentures, generated with three different CAD/CAM systems, before and after porcelain firing cycles and after glaze cycles, J Prosthodont ,Vol. 17 ,N.8 , 2008, 621-6.*
- 15- Comlekoglu , M ; Dundar , M ; Özcan , M ; Gungor , M ; Gokce , B ; Artunc , C. *Influence of Cervical Finish Line Type on the Marginal Adaptation of Zirconia Ceramic Crowns. Operative Dentistry, Vol 34, No .5,2009, 586-592.*
- 16-JALALIAN,E ;MIRTORABI,M . *Comparison of the effect of chamfer and radial shoulder finish line designs on marginal adaptation of all- ceramic cercon restorations .Journal of Dental Medicine, Vol. 23, N. 3, 2010, 147-152.*
- 17-MIURA,S; INAGAKI,R; KASAHARA,S; YODA,M. *Fit of zirconia all-ceramic crowns with different cervical margin designs, before and after porcelain firing and glazing. Dental Materials Journal, Vol.33, N. 4, 2014, 484-489.*
- 18-Kyu-Bok LEE; Charn -Woon PARK; Kyo -Han KIM ;Tae -Yub KWON. *Marginal and Internal Fit of All-ceramic Crowns Fabricated with Two Different CAD/CAM Systems. Dental Materials Journa, Vol. 27, N. 3, 2008, 422 — 426.*
- 19- Lui, J.L. *The effect of firing shrinkage on the marginal fit of porcelain jacket crowns. Br Dent J, Vol. 15, 1980, 43-45.*
- 20- Groten,M; Axmann, D; Pröbster, L et al. *Determination of the minimum number of marginal gap measurements required for practical in vitro testing. J Prosthet Dent, Vol. 83, 2000, 40-49.*
- 21- Tao, J; Han, D. *The effect of finish line curvature on marginal fit of all-ceramic CAD/CAM crowns and metal-ceramic crowns. Quintessence Int, Vol. 40, 2009, 745-752.*

22- Beuer, F; Aggstaller, H; Richter, J et al. *Influence of preparation angle on marginal and internal fit of CAD/CAM-fabricated zirconia crown copings. Quintessence Int, Vol. 40, 2009, 243-250.*

23-Beschmidt, S.M; Strub, J.R. *Evaluation of the marginal accuracy of different all-ceramic crown system after simulation in the artificial mouth. J Oral Rehabil, Vol. 26, 1999, 582-593.*

24- J, ABDUO; K, LYONS; M, SWAIN. *Fit of zirconia fixed partial denture: a systematic review. Journal of Oral Rehabilitation, Vol. 37, 2010, 866–876.*

25-Futoshi , Komine ; Markus, B. Blatz; Hideo, Matsumura .*Current status of zirconia-based fixed restorations. Journal of Oral Science, Vol. 52, No. 4, 2010, 531-539.*

26- Rodrigo Otha'vio Assunc,aõ Souza; Mutlu O' zcan; Carlos Augusto Pavanelli; Leonardo Buso. *Marginal and Internal Discrepancies Related to Margin Design of Ceramic Crowns Fabricated by a CAD/CAM System, Journal of Prosthodontics, Vol. 21, 2012, 94–100*

27-Kokubo, Y; Nagayama, Y; Tsumita, M; et al. *Clinical marginal and internal gaps of In-Ceram crowns fabricated using the GN-I system. J Oral Rehabil , Vol. 32, 2005, 753-758.*