

**University of Mosul  
College of Dentistry**



**Evaluation of Fracture Resistance, Surface  
hardness and Roughness of Monolithic Ceramic  
Crowns Prepared with Different Techniques and  
Materials**

**A Thesis Submitted by  
Zahraa Ahmed Salman  
To**

**The Council of the College of Dentistry  
Mosul University**

**In a Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of  
Master of Sciences in Conservative Dentistry**

**Supervised by**

**Asst. Prof. Dr.**

**Asst. Prof. Dr.**

**Nadia Hameed Hasan**

**Aous Abdulhaq Abdulmajeed**

**1446 A.H**

**2025 A.D**


**Abstract:**

**Objective:** The rise of digital technologies and materials advancement have introduced a range of restorations used in fixed restorative dentistry with different properties. This study aims to evaluate and compare the fracture resistance, microhardness and surface roughness of four distinct ceramic materials using three different fabrication methods. **Method and Materials:** Four different ceramic materials were used in this study IPS e. max, e. max CAD, 3D-printed resin nanoceramic, and zirconia-reinforced lithium disilicate (ZLS). Twenty-four crowns and forty – eight rectangular sample with dimension (10×5×2) mm length, width, thickness respectively were prepared (six sample for each material type) using these materials by three different techniques: pressing, CAD-CAM and 3D printing. The materials investigated were artificial aged via thermocycling. Subsequently, fracture resistance values were obtained using load to fracture test, micro hardness values and the surface roughness values were evaluated by using universal testing machine, micro hardness tester, atomic force microscopy (AFM) respectively. **Results:** Data were submitted to SPSS to nonparametric tests and kruskal-wallis test showed that there was a significant difference between ceramic materials at ( $p \leq 0.001$ ) while for technique there was no significant difference regarding fracture resistance. To determine the level of significance obtained, Dunn's multiple range Test showed that the ZLS samples were the highest fracture resistance value (1473.1) while e.max CAD was the least value (1013.7). Both CAD-CAM and conventional (press) subtractive fabrication technique exhibited the highest microhardness values ( $p \leq 0.001$ ) but the CAD-CAM had the lowest surface roughness ( $p \leq 0.001$ ) when compared to the other fabrications techniques, namely press and 3D printing. Among the materials evaluated, ZLS demonstrated the highest microhardness and surface roughness values ( $p \leq 0.001$ ) in comparison to IPS e. max, e.max CAD and 3D-printed nanoceramic. **Conclusion:** The type

of material had significant effect on their fracture resistance value while the technique of preparation of such crown has no effect on their fracture resistance. The use of different materials and fabrication techniques can result in restorations with varying surface properties. Therefore, the clinical decision regarding the selection of a restoration type should be made with careful consideration of these differences.

# Evaluation of Fracture Resistance, Surface hardness and Roughness of Monolithic Ceramic Crowns Prepared with Different Techniques and Materials

Author: Zahraa Ahmed Salman , Nadia Hameed Hasan , Aws Abdulhaq Abdulmajeed

| HIGHLIGHTS  | GRAPHICAL ABSTRACT   |
|---|--|
| <p>Use of e.max CAD, IPSe.max,zls,and 3d-printing nanoceramic</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Use of conventional(press), CAD/CAM and 3D-printing techniques.</li> <li>• Made 24 crowns and 48 rectangular samples</li> <li>• Three test done</li> <li>• Fracture resistance &amp; failure mode on crowns</li> <li>• Microhardness &amp; surface roughness tests on 48 rectangular sample</li> </ul> |   |
| <p><b>Keywords:</b></p> <p>Fracture resistance</p> <p>Microhardness</p> <p>AFM</p> <p>ZLS</p> <p>3D-printing</p> <p>nanoceramic</p>   | <p><b>ABSTRACT:</b> This study aims to evaluate and compare the fracture resistance, microhardness and surface roughness of four distinct ceramic materials using three different fabrication methods. <b>Method and Materials:</b> Four different ceramic materials were used in this study IPS e. max, e. max CAD, 3D-printed resin nanoceramic, and zirconia-reinforced lithium disilicate (ZLS). Twenty-four crowns and forty – eight rectangular sample with dimension (10×5×2) mm length, width, thickness respectively were prepared (six sample for each material type) using these materials by three different techniques: pressing, CAD-CAM and 3D printing. The materials investigated were artificial aged via thermocycling. Subsequently, fracture resistance values were obtained using load to fracture test, micro hardness values and the surface roughness values were evaluated by using universal testing machine, micro hardness tester, atomic force microscopy (AFM) respectively. <b>Results:</b> Data were submitted to SPSS to nonparametric tests and kruskal-wallis test showed that there was a significant difference between ceramic materials at (<math>p \leq 0.001</math>) while for technique there was no significant difference regarding fracture resistance. To determine the level of significance obtained, Dunn’s multiple range Test showed that the ZLS samples were the highest fracture resistance value (1473.1) while e.max CAD was the least value (1013.7). Both CAD-CAM and conventional (press) subtractive fabrication technique exhibited the highest microhardness values (<math>p \leq 0.001</math>) but the CAD-CAM had the lowest surface roughness (<math>p \leq 0.001</math>) when compared to the other fabrications techniques, namely press and 3D printing. Among the materials evaluated, ZLS demonstrated the highest microhardness and surface roughness values (<math>p \leq 0.001</math>) in comparison to IPS e. max, e.max CAD and 3D-printed nanoceramic. <b>Conclusion:</b> The type of material had significant effect on their fracture resistance value while the technique of preparation of such crown has no effect on their fracture resistance. The use of different materials and fabrication techniques can result in restorations with varying surface properties. Therefore, the clinical decision regarding the selection of a restoration type should be made with careful consideration of these differences.</p> <p>2024 M.Sc. Thesis @Univ. of Mosul, College of Dentistry., Conservative Dept(<a href="https://www.uomosul.edu.iq/">https://www.uomosul.edu.iq/</a>).</p> |



جامعة الموصل  
كلية طب الأسنان

## تقييم مقاومة الكسر وصلابة السطح وخشونة التيجان الخزفية المتجانسة المحضرة باستخدام تقنيات ومواد مختلفة

رسالة مقدمة من

زهراء أحمد سلمان

الى

مجلس كلية طب الأسنان

جامعة الموصل

كجزء من متطلبات نيل شهادة الماجستير في اختصاص علوم في علاج الاسنان  
التحفظي

تحت إشراف

الأستاذ المساعد الدكتور

أوس عبد الحق عبد المجيد

الاستاذة المساعدة الدكتورة

نادية حميد حسن

## الخلاصة

الهدف أدى ظهور التقنيات وتقدم المواد إلى مجموعة من الترميمات المستخدمة في طب الاسنان الترميمي الثابت بخصائص مختلفة هدفت هذه الدراسة إلى تقييم ومقارنة مقاومة الكسر والصلابة الدقيقة وخشونة السطح لأربع مواد سيراميك مميزة باستخدام ثلاث طرف تصنيع مختلفة الطريقة والمواد تم استخدام اربع مواد سيراميك مختلفة في هذه الدراسة e.maxCAD و IPSe.max والسيراميك الثانوي المطبوع ثلاثي الأبعاد وسيليكات الليثيوم المقوى بالزركونيا وتم تحضير اربعة وعشرين تاجا وثمانية واربعين عينة مستطيلة بأبعاد (10) × (5) × (2) على التوالي (6) عينات لكل نوع من المواد باستخدام هذه المواد من خلال ثلاث تقنيات الضغط و التصميم والتصنيع بواسطة الكمبيوتر والطباعة ثلاثية الابعاد تم تعتيق المواد عن طريق التدوير الحراري مختلفة الضغط التي تم التحقيق فيها صناعياً بعد ذلك تم الحصول على قيم مقاومة الكسر باستخدام آلة الاختبار العالمية وجهاز اختبار الصلابة الدقيقة ومجهر القوة الذرية (AFM) على التوالي .

**النتائج :** تم تقديمها الى برنامج SPSS اظهرت الاختبارات غير المعلمية واختبار كروسكال واليس ان هنالك فرقاً ( $P < 0.001$ ) بين المواد في مقاومة الكسر بينما بالنسبة للتقنية لا يوجد فرق احصائي بمقاومة الكسر لتحديد مستوى الاهمية تم استخدام فحص دان المتعدد النطاق النتائج التي تم الحصول عليها ، اظهرت ان عينات ZLS كانت اعلى قيمة المقاومة الكسر (1473,1) بينما كانت e.max CAD اقل قيمة (1013,7) اظهرت كل من تقنية التصنيع بمساعدة الحاسب الالى والتصنيع بالطرح الضغط التقليدية اعلى صلابة دقيقة ( $P < 0.001$ ) لكن كان لتقنية التصنيع بمساعدة الحاسب الالى ادنى خشونة سطحية ( $P < 0.001$ ) عند مقارنتها بتقنيات التصنيع الاخرى ، وهي الضغط والطباعة ثلاثية الابعاد من بين المواد التي تم تقييمها ، اظهرت ZLS اعلى قيم صلابة دقيقة وخشونة سطحية ( $P < 0.001$ ) مقارنة ب IPSe. max و e.max CAD والسيراميك الثانوي المطبوع ثلاثي الابعاد ، الاستنتاج : نوع المادة له تأثير كبير على قيمة مقاومة الكسر بينما لم يكن لتقنية تحضير مثل هذا التاج اي تأثير على مقاومته للكسر يمكن أن يؤدي استخدام مواد وتقنيات تصنيع مختلفة الى ترميمات ذات خصائص سطحية مختلفة . لذلك يجب اتخاذ القرار السريري بشأن اختيار نوع الترميم مع مراعاة هذه الاختلافات بعناية.