

University of Mosul

College of Dentistry



**Some Mechanical Properties of Reinforced  
Heat Cured Poly Methyl Methacrylate by  
Nano Particles as Denture Base and  
Repairing Materials**

A Thesis Submitted by

Wasan Adel Mohammed Sheet

To

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

**as a Partial Fulfillment of the Requirements**

**for the Degree of Master of Science in**

**Prosthodontics**

**Supervised by**

**Assistant Professor**

**DR. Radhwan Himmadi Hasan**

**2022A.D.**

**1444 A.H**

## Abstract

Heat cure acrylic resin is the most popular material for denture construction due to its favorable characteristic compared to other materials. However, heat cure acrylic material lacks adequate mechanical properties and prone to fracture commonly and repair is the treatment of choice to save time and reduce cost.

**Aims of the study:** The study aims to evaluate mechanical properties (flexural, impact and tensile) strength of repaired acrylic material in response to addition of nanoparticles ( $ZrO_2$  2.5 % and  $ZnO$  1.2%) as constitute of reparative acrylic material, also, the effect of nanoparticles ( $ZrO_2$  2.5%) as constitute of denture base acrylic and lastly the effect of curing technique.

**Materials and method:** Five hundred and five specimens were prepared from heat cure acrylic resin in total, eighty-five for pilot study and four hundred and twenty for main study, in main study one hundred forty specimens were fabricated for each test (flexural, impact and tensile) strength, seventy specimens were fabricated from acrylic without nanoparticles addition and the other seventy with addition of 2.5 % of silanized  $ZrO_2$  nanoparticle. Each of these seventy specimens distributed into seven groups, one intact group that is fabricated in one piece and six repaired groups fabricated as two parts or halves, samples were molded in specially milled flask by CNS milling and drilling machine. Three of repaired groups cured in autoclave and the other three cured in water bath after repair, where the first group repaired with non-modified denture base acrylic, the second repaired with addition of 1.2 % of  $ZnO$  NPs to triplex acrylic and the third with 2.5% of  $ZrO_2$  NPs to reparative acrylic. Then samples were tested and results were statistically analyzed.

**Results:** the results showed significant improvement in mechanical properties of the repaired samples when 2.5% of  $ZrO_2$  NPs incorporated in reparative material, while adding 1.2 wt.% of  $ZnO$  NPs did not show

improvement in impact and flexural strength, only tensile strength improved significantly, also, the results showed that the presence of nanoparticles within acrylic denture base have significant negative effect on impact and flexural strength when repaired. For curing technique a significant effect was found repaired samples cured by autoclave these showed better (impact, flexural and tensile) strength of the repaired samples, but no effect when ZrO<sub>2</sub> NPs added to reparative material as it was adversely with autoclave curing.

**Conclusion:** within limitation of this study, it was concluded that addition of 2.5% of ZrO<sub>2</sub> NPs into reparative material improved impact, flexural and tensile properties of repaired material, while addition of 1.2% of ZnO NPs only improved tensile strength. autoclave curing improved mechanical properties (flexural, impact and tensile) strength but adversely affects ZrO<sub>2</sub> NPs reparative acrylic strength and repair of nano reinforced acrylic is of less strength than non reinforced acrylic.



جامعة الموصل  
كلية طب الأسنان

# بعض الخواص الميكانيكية لبولي ميثيل ميثاكريليت المعالج حرارياً والمعزز بالجسيمات النانوية كمواد لقاعدة الطقم والتصليح

رسالة تقدمت/ تقدم بها

وسن عادل محمد شيب

الى مجلس كلية طب الأسنان / جامعة الموصل

كجزء من متطلبات نيل شهادة الماجستير في اختصاص

صناعة الاسنان

بإشراف

الاستاذ المساعد الدكتور رضوان حمادي حسن

٢٠٢٢ م

١٤٤٤ هـ

مادة راتنج الاكريل المعالج بالحرارة هي الاكثر شيوعاً لصناعة اطعم الاسنان، كونها تتميز بخواص فريدة مقارنة مع المواد الاخرى المتوفرة، ولكن هذه المادة تفتقر الى الخواص الميكانيكية الجيدة مما يجعلها اكثر عرضة للكسر، و يكون الحل الامثل في مثل هذه الحالات هو تصليح الطقم توفيراً للوقت والكلفة.

**اهداف الرسالة:** تهدف هذه الدراسة الى تقييم الخواص الميكانيكية (مقاومة الصدمة، مقاومة الثني وقوة الشد) لمادة قاعدة الطقم بعد تصليحها وتقييم مدى تأثر قواها اعتماداً على وجود الجسيمات النانوية ( جسيمات اوكسيد الزركون النانوية و جسيمات اوكسيد الزنك النانوية) في المادة المستخدمة في تصليح الطقم، وتأثير وجود جسيمات اوكسيد الزركون النانوية في مادة قاعدة الطقم الاكريلية، واخيراً تأثير التقنية المستخدمة في المعالجة الحرارية (استخدام حمام الماء او استخدام جهاز التعقيم البخاري).

**المواد وطريقة العمل:** خمسمائة وخمس عينات تم تحضيرها من الاكريل المعالج بالحرارة اجمالاً، خمس وثمانون عينة للدراسة المبدئية واربعمائة وعشرين عينة للدراسة الرئيسية، في الدراسة الرئيسية قسمت العينات الى مائة واربعين عينة لكل اختبار من الاختبارات الميكانيكية، حيث صنعت سبعين عينة منها باستخدام الراتنج المعالج بالحرارة وبدون اضافة مواد نانوية والسبعين الاخرى باضافة 2.5% من جسيمات اوكسيد الزركون النانوية والمسيلنة، ووزعت السبعين عينة على سبع مجاميع وبواقع عشر عينات للمجموعة الواحدة ومثلت المجموعة الاولى من هذه المجاميع (المجموعة السليمة) حيث لم تخضع عيناتها للتصليح، والست الاخرى تم تصنيعها بشكل جزئين منفصلين في قالب معدني خاص صنع بواسطة جهاز الحفر الموجه بالحاسوب، ثلاث من هذه المجاميع الستة تم معالجتها بتقنية حمام الماء والثلاث الاخرى في جهاز التعقيم البخاري بعد تصليحها بثلاث مواد الاولى هي مادة الاكريل الحراري بدون اضافة مواد نانوية وتعد مجموعة قياسية للمقارنة والمجموعة الثانية تم اصلاحها بمادة الاكريل المضاف اليه جسيمات اوكسيد الزنك النانوية وبنسبة 1.2% والثالثة تم اصلاحها بمادة الاكريل الحراري المضاف اليه جسيمات اوكسيد الزركون النانوية وبنسبة 2.5%. ثم تم اختبار هذه العينات وتحليل نتائجها احصائياً

**النتائج :** نتائج الاختبار تشير الى تحسن ملحوظ في الخواص الميكانيكية للعينات المصلحة باستخدام الاكريل المعالج بالحرارة المضاف اليه جسيمات اوكسيد الزركون النانوية ولكن عند استخدام جسيمات الزنك النانوية لم يلاحظ تحسن في كل من قوة مقاومة الصدمة ومقاومة الثني، التحسن الملاحظ كان فقط في قوة الشد مقارنة بالمجموعة القياسية . وجود الجسيمات النانوية في مادة قاعدة الطقم والتي تحتاج الى تصليح اثر سلبي على قوة مقاومة الصدمة ومقاومة الثني بعد التصليح. تقنية المعالجة الحرارية ايضاً كان لها اثر ملحوظ على نتيجة التصليح حيث وجد ان

X

- 151- Xiong, H.M. (2013). *ZnO nanoparticles applied to bioimaging and drug delivery*. **Adv. Mater.** 4;25(37):5329-35

Y

- 152- Ye, M. and Shi, B. (2018). *Zirconia nanoparticles-induced toxic effects in osteoblast-like 3T3-E1 cells*. **Nanoscale Research Letters** 13(1):1-12.

Z

- 153- Zafer M.D. (2020) *prosthodontic applications of poly methyl methacrylate(PMMA)*. **Polymers(basel)** 12(10):2299
- 154- Zarb, G.A., Hobkirk, J., Eckert, S. and Jacob, R. (2013). *Prosthodontics treatment for edentulous patient – E book. 13<sup>th</sup> Edn. Elsevier. Health. sciences. china.* Pp312. 180, 138, 133.
- 155- Zhala, M., Alexandros B., Traiy D. and Richard H., 1993 antifungal properties and biocompatibility of silver nanoparticles coating on silicone maxillofacial prosthesis in vitro . *J Biomed Res applied biomat*
- 156- Zidan, S., Silikas, N., Alhotan, A., Haider, J. and Yates, J.(2019). *Investigating the mechanical properties of ZrO<sub>2</sub>-Impregnated PMMA nanocomposite for denture-based application*. **Materials (Basal)** 25;12(8):1344.
- 157- Zidan, S., Silikas, N., Haider, J., Alhotan, A., Jahantigh, J. and Yates, J. (2020). *Assessing Tensile bond strength between denture teeth and nano-zirconia impregnated PMMA denture base*. **Int. J. Nanomed.** 15:9611.