University of Mosul
College of Dentistry

Effect of Zirconium Oxide and Zinc Oxide Nanoparticles Addition on Some Properties of Three Dimension Printed Denture Base Resin

A Thesis Submitted

By

Mostafa Ehsan Fadhel Al-Douri

B.D.S

To

The Council of Dentistry College / University of Mosul

As a Partial Fulfillment for the Degree of Master of Science

In

Prosthetic Dentistry

Supervised By

Assistant Professor

Dr. Mohammed M. Sadoon

PH.D.

1444 A.H 2022 A. D

Abstract

Denture base materials have been the interest of development for many years due to their multiple drawbacks in their physical and mechanical properties and their need for many laboratory steps. The development of computerized dentistry and the growing of additive manufacturing has led to the rise of three dimension printed denture using resins. These resins still have lower mechanical and physical properties that need to be improved.

Aims of the study

the study aimed to assess the effects of two nanoparticle types addition (Zirconium oxide ZrO_2 and Zinc oxide ZnO) to the 3D printed denture base resin on some of its physical and mechanical properties.

Materials and Methods

The study was performed by adding ZrO_2 and ZnO nanoparticles in concentrations (2%, 3% and 4%) for both types of nanoparticles to the 3D printed denture base resin and determining the effect of these additives on some mechanical and physical properties of the resin such as: flexural strength, hardness, surface roughness and water sorption and solubility. Also investigating any effect of nanoparticles addition on the chemical or microscopical characteristic of the resin by the use of Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR) and scanning electron microscopy (SEM). The results were analyzed using SPSS program with presenting descriptive statistics (standard deviations and means), analysis of variance (ANOVA) and Duncan's multiple range test.

Results

The results of the adding ZrO_2 and ZnO nanoparticles to the 3D printed denture resin when compared to the control group showed the following: Flexural strength and Shore D hardness values statistically significant increased for both types of nanoparticles used in all concentrations except for flexural strength values that been decreased with the concentration 2% ZrO_2 that had statistically significant difference and

2% ZnO also decreased in flexural strength but with no significant difference. Surface roughness statistically showed significant decrease for all concentrations of both nanoparticles' types used in the study. Nanoparticles addition in all concentrations has no significant effect on water sorption and solubility of the modified 3D printed denture base resin. FTIR test for control and experimental groups showed no changes in structure occurring with adding nanoparticles. Scanning electron microscope (SEM) demonstrated no obvious changes in structure and random nanoparticle distribution with no apparent claustration.

Conclusion

The ZrO_2 and ZnO nanoparticles are considered promising materials to be added to the 3D printed denture base resin especially in higher concentrations as it seemed to have a positive effect on the resin by enhancing its physical and mechanical properties.

جامعة الموصل

كلية طب الاسنان

تأثير إضافة جسيمات أوكسيد الزركونيوم وأوكسيد الزنك النانوية على بعض خواص راتنج قاعدة طقم الاسنان المصنع بالطباعة ثلاثية الابعاد

رسالة تقدم بها

مصطفى احسان فاضل الدوري

إلى

مجلس كلية طب الأسنان، جامعة الموصل كجزء من متطلبات

نيل شهادة الماجستير

في

صناعة الاسنان

بإشراف

ا.م.د. محمد مؤيد سعدون

١٤٤٤ هـ ٢٠٢٢ م

الخلاصة

لطالما حظيت مواد قاعدة طقم الأسنان بالاهتمام والتطوير لسنوات عديدة بسبب عيوبها المتعددة في خواصها الفيزيائية والميكانيكية وحاجتها إلى العديد من الخطوات المختبرية. أدى تطوير طب الأسنان المحوسب وتنامي التصنيع الإضافي إلى ظهور أطقم الأسنان المطبوعة ثلاثية الأبعاد باستخدام الراتنجات. لا تزال هذه الراتنجات تتمتع بخصائص ميكانيكية وفيزيائية اقل وتحتاج إلى تحسين.
هدف الدراسة: هدفت الدراسة إلى تقييم تأثير إضافة نوعين من الجسيمات النانوية (أكسيد الزركونيوم وأكسيد الزنك إلى راتينج قاعدة طقم الأسنان المطبوع ثلاثي الأبعاد في محاولة لتعزيز خواصه الفيزيائية والميكانيكية. **المواد وطرق العمل**: تم إجراء الدراسة عن طريق إضافة جزيئات اوكسيد الزركونيوم واوكسيد الزنك بتراكيز (٢٪، ٣٪ و٤٪) لكلا النوعين من الجسيمات النانوية إلى راتينج قاعدة طقم الأسنان المطبوع ثلاثي الأبعاد وتحديد تأثير هذه الإضافة على بعض خواص الراتنج الميكانيكية والفيزيائية مثل: قوة الانحناء والصلابة وخشونة السطح وامتصاص الماء وقابلية الذوبان. أيضا التحقق من أي تأثير لإضافة الجسيمات النانوية على الخصائص الكيميائية أو الميكروسكوبية للراتنج باستخدام مطيافية فورييه لتحويل الأشعة تحت الحمراء والمسح المجهري الإلكتروني. تم تحليل النتائج باستخدام برنامج SPSS مع الإحصاء الوصفي التوضيحي (الانحرافات المعيارية والمتوسطات) وتحليل التباين واختباردانكن للمدى المتعدد. **النتائج**: أظهرت نتائج إضافة جزيئات أوكسيد الزركونيوم واوكسيد الزنك النانوية إلى راتينج قاعدة طقم الأسنان المطبوع ثلاثي الأبعاد عند مقارنتها بمجموعة التحكم ما يلي: كانت قيم قوة الانحناء والصلابة ذات زيادة معنوية لكلا النوعين من الجسيمات النانوية المستخدمة في جميع التراكيز باستثناء قوة الانحناء التي انخفضت لمجموعة التركيز ٢٪ من أوكسيد الزركونيوم وكان لها فرقا معنويا وانخفاض قوة الانحناء ايضا لمجموعة تركيز ٢٪ أوكسيد الزنك ولكن بدون فرق معنوي. انخفضت خشونة السطح مع وجود فرق معنوي لجميع التراكيز لكلا نوعي الجسيمات النانوية المستخدمة في الدراسة. ان إضافة الجسيمات النانوية في جميع التراكيز ليس لها تأثير معنوي على امتصاص الماء وقابلية الذوبان لراتنج قاعدة طقم الأسنان المطبوعة ثلاثية الابعاد المعدلة. لقد أظهر اختبار مطيافية فورييه لتحويل الأشعة تحت الحمراء للمجموعات التحكم والتجريبية عدم حدوث تغييرات في التركيب بإضافة الجسيمات النانوية. واظهر المجهر الإلكتروني الماسح عدم وجود تغيير واضح في الهيكل والتوزيع العشوائي للجسيمات النانوية مع عدم وجود تكتل ظاهر لجميع المجموعات. **الاستنتاج**: تعتبر جزيئات أوكسيد الزركونيوم واوكسيد الزنك النانويتان مادتان واعدتان لإضافتهما إلى راتينج قاعدة الأسنان المطبوعة ثلاثية الأبعاد خاصة في التراكيز العالية لتأثيرها الإيجابي الظاهر على الراتينج من خلال تعزيز خواصه الفيزيائية والميكانيكية.