University of Mosul

College of Dentistry

Effect of Heat Treatment Duration and Cooling Conditions on Some Mechanical Properties of Selective-Laser-Melted Cobalt-Chromium Alloy

A Thesis Submitted by

Mohammed Nashwan Ghanim Almulayounis

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. Ahmed Asim Saeed Al-Ali

2023 A.D **1444 A.H**

Abstract

Aim of The Study: This in-vitro study aims to investigate and compare the effect of two heat treatment durations (1 hour and 6 hours) and three different cooling conditions (Air Cooling, Furnace Cooling, and Water Quenching) on the mechanical properties of Co-Cr alloys manufactured by SLM technique and evaluate their effect on the outcome of the prosthesis.

Materials and methods: Co-Cr Specimens were manufactured using Selective Laser Melting (SLM) technique followed by heat treatment for 1 hour and 6 hours at 1150 ºC. The specimens then subjected to cooling via three different conditions, high cooling rate by water quenching, air cooling, and slow cooling rate inside the furnace. A total of (133) specimens were prepared, divided into (7) groups, (19) specimens for each group, they were used for testing the tensile strength, elongation, flexural strength, Vickers hardness and surface roughness. Differences in mechanical properties were statistically analyzed by the descriptive analysis test, tests of normality, the independent sample T-Test and analysis of variance test (ANOVA) coupled with Duncan's multiple range test by using IBM SPSS Statistics (version 29).

Results: The tensile test showed that the high cooling rate groups demonstrated better tensile strength for the (WC1 and WC6) groups respectively, and better elongation (13 and 17%) for the same groups. Similarly, the flexural strength and hardness results showed better values in the high cooling rate water quenched (WC) groups. The slow cooling rate groups i.e. furnace cooling (FC) groups showed inferior results in the tensile strength for the (FC1 and FC6) groups respectively, and inferior elongation (8 and 10%) for those groups. Flexural strength and Vickers hardness tests

also showed inferior results in the furnace cooled groups. There were no significant differences among the tested groups in the surface roughness (Ra) test with the 6-hours heat treated groups showed rougher surfaces.

Conclusion: The mechanical properties of the Co-Cr alloys depended mostly on cooling rate of the specimen. The high cooling rates demonstrated better tensile strength, elongation, flexural strength and hardness. Surface roughness for all groups was much lower than control group.

جامعة الموصل

كلية طب الاسنان

تأثير مدة المعالجة الحرارية وظروف التبريد المختلفة على بعض الخواص الميكانيكية لسبيكة الكوبلت ـ كروميوم المصنوعة بتقنية الانصهار الانتقائي بالليزر

رسالة تقدم بها طالب الماجستير

محمد نشوان غانم الملا يونس

الى

مجلس كلية طب الأسنان / جامعة الموصل

كجزء من متطلبات نيل شهادة الماجستير في اختصاص

صناعة الاسنان

بإشراف

الاستاذ المساعد

د. أحمد عاصم سعيد العلي

1444 هـ **2023 م**

الخلاصة

اهداف الدراسة: تهدف هذه الدراسة المختبرية الى مقارنة تأثير المعالجة الحرارية لمدتين مختلفتين (ساعة واحدة و ست ساعات) و ثلاثة ظروف تبريد مختلفة (التبريد داخل الفرن ، التبريد في الهواء والتبريد بالماء) على بعض الخواص الميكانيكية لسبيكة الكوبلت – كروميوم المصنعة بتقنية الانصهار الانتقائي بالليزر وتقييم تأثيرها على النتيجة النهائية للتعويضات الصناعية.

المواد وطرق العمل: تم صناعة عينات الكوبلت – كروميوم بواسطة تقنية الانصهار الانتقائي بالليزر ثم معالجتها حراريا لمدة ساعة واحدة و ست ساعات بدرجة حرارة 1150 درجة مئوية. تم اخضاع العينات للتبريد بواسة ثلاثة ظروف مختلفة، التبريد السريع بالماء ، التبريد بالهواء ، والتبريد البطئ داخل الفرن. تم صناعة ما مجموعه (133) عينة ، (19) عينة لكل مجموعة وتم استخدامها لاختبار قوة الشد، الاستطالة ، اختبار مقاومة الانحناء ، اختبار الصلادة Vickers ،واختبار خشونة السطح. تم تحليل البيانات الي تم الحصول عليها باستخدام برنامج التحليل الاحصائي SPSS عن طريق الاحصاء الوصفي واختبار الحالة الطبيعية واختبار T للعينات المستقلة واختبار تحليل التباين ANOVA مصحوبا باختبار المديات المتعددة.

النتائج: اظهر اختبار قوة الشد نتائج اعلى في عينات التبريد السريع بالماء في كلا مجموعتي المعالجة الحرارية لمدة ساعة واحدة وست ساعات مع استطالة اعلى. الامر ينطبق على نتائج اختبارات مقاومة الانحناء والصلادة. عينات التبريد البطئ داخل الفرن اظهرت نتائج اسوأ لنفس الاختبارات. عينات المعالجة الحرارية لمدة 6 ساعات اظهرت خشونة سطحية اعلى من عينات المعالجة الحرارية لمدة ساعة.

الاستنتاجات: الخواص الميكانيكية لسبيكة الكوبلت - كروميوم تعتمد بصورة كبيرة على ظروف التبريد للعينات. التبريد السريع بالماء اظهر نتائج افضل في اختبارات قوة الشد والاستطالة ومقاومة الانحناء والصلادة.