Republic of Iraq
Ministry of Higher Education
And Scientific Research
University of Baghdad
College of Dentistry

CONSTRUCTION AND ASSESSMENT OF CO-NI-AL FERROMAGNATIC ALLOY IN COMPARISON TO NITI ALLOY AS AN ALTERNATIVE ENDODONTIC FILE MATERIAL

A thesis

Submitted to the council of the College of Dentistry at University of Baghdad in partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy in Conservative Dentistry

Ali Walid Al Zubaidi
D.D.S., M.Sc.

Supervised By

Prof. Dr. Anas Falah Mahdee
B.D.S., M.Sc., Ph.D.

Asst. Prof., Marwan Nafea Ali Arbilei
BSc, MSc, PhD

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

ABSTRACT

Introduction: Due to Nickel-titanium (NiTi) alloys have corrosion resistance, super-elasticity, and shape memory, they can be used in the synthesis of different medical tools such as stents, staples, guide wires, orthodontic wires, and endodontic tools. However, there is also several disadvantages, for example: low fatigue and wear resistance, unexpected failure under load, and the absence on magnetic properties. Which make searching for a substitutive alloy is inevitable.

Aim of study: Construction of Co-Ni-Al and NiTi alloys under similar circumstances to compare their physical and mechanical properties to assess the possibility of using Co-Ni-Al ferromagnetic alloy as an alternative material in the manufacturing of root canal instruments.

Material and methods: Raw materials used in this study: cobalt, nickel, aluminum, and titanium were in the form of pellets or balls with 99.9% purity. Samples were divided into two main groups (group1 for Co-Ni-Al alloy and group2 for NiTi alloy). Raw cobalt, nickel, aluminum, and titanium materials were weighted to achieve a chemical composition of Co (36.4%), Ni (34.5%) and Al (29%) for group1, and a composition of Ni (56), Ti (44) for group2 with a total weight of 1.5 kilogram for each group. The metals were melted in a vacuum induction melting furnace and casted into rod like molds, before dividing samples in group1 into 3 subgroups, each subgroup received tracing elements of molybdenum, tungsten, and chromium with weight percentage of 0.6% to enhance the corrosion resistance and hardness of CoNiAl alloy. The subgroup with the highest properties were further investigated and compared to NiTi alloy group 2 regarding their corrosion resistance, wear, fatigue, hardness, and magnetism.

Results: Subgroup-3 (Co-Ni-Al + Cr) showed more favorable results over the NiTi alloy including higher fatigue strength=733.33 MPa than NiTi=400 MPa. Wear resistance of (0.341 gr) for subgroup-3 and (0.204 gr) for the NiTi group, which represents the mean values for weight loss for each group. Tensile strength for subgroup-3 was 1279 MPa and for the NiTi was 524.3 MPa. However, the corrosion resistance of subgroup-3 was 8.6 (0.2%) mpy(mm/year), while NiTi alloy was 0.5 (0.01%) mpy (mm/year).

Conclusion: according to the limitations of this study, it was found that subgroup-3 (Co-Ni-Al + Cr) showed superior results to the NiTi group in terms of fatigue resistance, wear resistance, and tensile strength, however, NiTi alloys showed better corrosion resistance to subgroup-3. Given the fact that it is a ferromagnetic alloy, it was concluded that Co-Ni-Al alloy with trace elements of Cr could have desirable properties to be used in the manufacturing of root canals instruments as an alternative to NiTi.

الخلاصة

مقدمة: نظرًا لأن سبائك النيكل تيتانيوم (NiTi) تتمتع بمقاومة التآكل ، والمرونة الفائقة ، وذاكرة الشكل ، فيمكن استخدامها في تركيب الأدوات الطبية المختلفة مثل الدعامات ، والدبابيس ، وأسلاك التوجيه ، والأسلاك التقويمية ، وأدوات اللبية. ومع ذلك، هناك أيضًا العديد من العيوب، على سبيل المثال: انخفاض التعب ومقاومة التآكل، وفشل غير متوقع تحت الحمل، وغياب الخصائص المغناطيسية. مما يجعل البحث عن سبيكة بديلة أمرًا لا مفر منه.

هدف الدراسة: بناء سبائك Co-Ni-Al و NiTi في ظل ظروف مماثلة لمقارنة خواصها الفيزيائية والميكانيكية لتقييم إمكانية استخدام سبيكة Co-Ni-Al الحديدية المغناطيسية كمواد بديلة في تصنيع أدوات قناة الجذر.

المواد والطرق: المواد الخام المستخدمة في هذه الدراسة: الكوبالت والنيكل والألمنيوم والتيتانيوم كانت على شكل كريات أو كرات بنقاوة 99.9٪. تم تقسيم العينات إلى مجموعتين رئيسيتين (المجموعة 1 لسبائك Co-Ni-Al والمجموعة 2 لسبائك NiTi). تم وزن الكوبالت الخام والنيكل والألمنيوم والتيتانيوم للحصول على تركيبة كيميائية من Co (36.4٪) و Ni (34.5٪) و Al (29٪) للمجموعة 1 ، وتكوين من Ni (56) و Ti (44).) للمجموعة 2 بوزن إجمالي 1.5 كيلو جرام لكل مجموعة. تم صهر المعادن في فرن الصهر بالحث الفراغي وصبها في قوالب تشبه القضبان ، قبل تقسيم العينات في المجموعة 1 إلى 3 مجموعات فرعية ، تلقت كل مجموعة فرعية عناصر تتبع من الموليبدينوم والتنغستن والكروم بنسبة وزن 0.6٪ لتعزيز مقاومة التآكل و صلابة سبيكة CoNiAl. تم فحص المجموعة الفرعية ذات أعلى الخصائص ومقارنتها بمجموعة سبيكة NiTi 2 فيما يتعلق بمقاومتها للتآكل والتآكل والتعب والصلابة والمغناطيسية.

النتائج: المجموعة الفرعية 3 (Co-Ni-Al + Cr) أظهرت نتائج أفضل على سبيكة NiTi متضمنة مقاومة إجهاد أعلى = 733.33 ميجا باسكال من 400 = NiTi ميجا باسكال. مقاومة التآكل (0.341 جرام) للمجموعة الفرعية 3 و (0.204 جرام) لمجموعة NiTi والتي تمثل القيم المتوسطة لفقدان الوزن لكل مجموعة. كانت قوة الشد للمجموعة الفرعية 3 1279 ميجا باسكال وللمجموعة NiTi كانت 524.3 ميجا باسكال. ومع ذلك ، كانت مقاومة التآكل للمجموعة الفرعية 3 8.6 (0.2٪) ميل / سنة (مم / سنة) ، بينما سبيكة NiTi كانت 0.5 (0.01٪) ميل / سنة (مم / سنة).

استنتاج: وفقًا لقيود هذه الدراسة ، وجد أن المجموعة الفرعية 3 (Co-Ni-Al + Cr) أظهرت نتائج متفوقة على مجموعة NiTi من حيث مقاومة التعب ، ومقاومة التآكل ، وقوة الشد ، ومع ذلك ، فإن سبائك NiTi أظهر مقاومة تآكل أفضل للمجموعة الفرعية 3. نظرًا لحقيقة أنها سبيكة

مغنطيسية حديدية ، فقد استنتج أن سبيكة Co-Ni-Al ذات العناصر النزرة من Cr يمكن أن يكون لها خصائص مرغوبة لاستخدامها في تصنيع أدوات قنوات الجذر كبديل لـ NiTi.

.

جمهورية العراق
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة بغداد
كلية طب الاسنان

بناء وتقييم سبيكة Co-Ni-Al المغنطيسية الحديدية بالمقارنة مع سبيكة NiTi كمادة بديلة في صناعة مبارد حشوات الجئور

اطروحة مقدمة الى كلية طب الاسنان – جامعة بغداد كجزء من متطلبات نيل درجة الدكتوراه في معالجة الاسنان

من قبل
علي وليد هادي
بكالوريوس طب وجراحة الفم والاسنان
ماجستير معالجة الاسنان

بأشراف

المشرف الاول
استاذ دكتور انس فلاح مهدي
بكالوريوس طب وجراحة الفم والاسنان
دكتوراه في معالجة الاسنان وتجميلها - نيوكاسل

المشرف الثاني
أ.م.د. مروان نافع علي
بكالوريوس هندسة معادن
دكتوراه في هندسة المواد

بغداد - العراق

1444هـ **2023 م**