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

AN ANTIMICROBIAL NANOPARTICLES COATED FIXED ORTHODONTIC RETAINER (AN *IN VITRO* STUDY)

A thesis

submitted to the council of the College of Dentistry/ University of Baghdad in partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy in Orthodontics

By

Dhuha Abdulqader Abdulhussein

B.D.S., M.Sc.

(Orthodontics)

Supervised By

Prof. Dr. Dheaa Hussein Al-Groosh

B.D.S., M.Sc., Ph.D. (UK), AFHEA (UK)

(Orthodontics)

Asst. Prof. Dr. Makarim H. Abdulkareem

M.Sc., Ph.D.

(Metallurgical engineering)

2022 A.D. **1443 A.H**

ABSTRACT

Background: The use of fixed retainer after active orthodontic treatment has many advantages yet drawbacks can be encountered including biofilm adhesion on its surface and increasing in the opportunistic pathogens such as cariogenic and perioodontopathogenic oral microbes. The aims of this study was firstly to assess the cultivity and isolate cariogenic and perioodontopathogenic microorganisms from the fixed orthodontic retainers' wearers and secondly, to evaluate the antimicrobial characteristics of silver oxide (AgO) and zinc oxide (ZnO) nanoparticles coated fixed orthodontic stainless steel retainer.

Materials and Methods: This study consisted of two sections; the first part, an observational study, composed of 24 subjects with 15-37 years old, with bonded fixed orthodontic retainer and control group matching the same criteria of the retainer group. Swabs were taken from the surface of the bonded retainer and the corresponding surface in the control group. The total anaerobic count, *Streptoccocus mutans, lactobacillus acidophilus, Aggregatibacter actinomycetemcomitans* and *Fusobacterium nucleatum* bacteria, in addition to *Candida albicans* fungi were evaluated and isolated using selective media corresponding to each isolate. The second part, an experimental *in vitro* study, consisted of several sections to optimize coating parameters using 316L stainless steel substrate and AgO and ZnO nanoparticles by electrophoretic deposition (EPD) method. Chitosan was used as a bio-binder. The coating layer was assessed using Scanning Electron Microscopy (SEM) with Energy Dispersive X-ray Spectroscopy (EDS), X-ray Diffraction (XRD), tape test and microhardness Vickers test. Additionally, the antimicrobial efficiency of

the coated substrates was evaluated using disc diffusion test on the isolated microorganisms.

Results: There was a higher prevalence in bacterial count and the cultivity of the previously mentioned opportunistic pathogen in retainer group than the control group with a significant high plaque and gingival indices. The EPD method was applicable for coating stainless steel material using chitosan with optimized parameters (a concentration of 7.5g/L, deposition time of 30 min, and cell voltage of 30V). The coated sample exhibited a significantly higher antimicrobial effect compared to non-coated ones where ZnO NPs has significantly the highest effect regarding *S. mutans*, *L. acidophilus* and *F. nucleatum* (p= 0.001, 0.006 and 0.011, respectively). Similarly, ZnO NPs coating layer showed a better adhesion with higher microhardness value (p=0.005 and 0.004 respectively).

Conclusion: The fixed orthodontic retainer may enhance opportunistic pathogens and increase the plaque and gingival indices. However, the stainless steel fixed orthodontic material coated with AgO and ZnO NPs enhanced antimicrobial efficacy and significantly reduced the biofilm aggregation and, hence, may improve the oral health status of patients wearing the retainers.

الخلاصة

خلفية البحث: مرحلة التثبيت بعد العلاج التقويمي تمثل مرحلة مهمة. في الوقت الحاضرتتوفر عدة اشكال من مثبتات التقويم ولكل نوع خواصه ومحدداته. يعد التصاق طبقة البايوفلم على سطح المثبت التقويمي الثابت امر بالغ الأهمية نظرا لعلاقته بزيادة المايكروبات الفموية المرضية المحيطة بالاسنان. ان الهدف من هذه الدراسة هو تعزيز الخصائص المضادة للميكروبات للمثبتات التقويمية الثابتة (stainless steel) بوساطة طلاء سطحه إما بأوكسيد الفضة أو جزيئات أكسيد الزنك النانوية.

الموضوعات والطرق: تتكون هذه الدراسة من قسمين، دراسة قائمة على الملاحظة في الجسم الحي ، ودراسة تجريبية في المختبر. تضمن الجزء الأول تجنيد 24 شخصًا مع مثبت تقويم أسنان ثابت و 24 شخصًا يطابق نفس معايير المجموعة الاولى ولكن بدون مثبت الاسنان الثابت. تم أخذ مسحة من سطوح مثبتات الاسنان الثابتة من افواه المجموعة الأولى والاسطح المقابلة من اسنان المجموعة الثانية لمقارنة عدد المايكروبات اللاهوائية الكلي، *streptoccocus mutans*، , *lactobacillus acidophilusAggregatibacter actinomycetemcomitans*، *Fusobacterium nucleatum* بالإضافة الى فطريات *Candida albicans*. اما الجزء الثاني من الدراسة تضمن دراسة مختبرية لتحسين الظروف المستخدمة في طلاء مادة المثبت التقويمي الثابت ((stainless steel باستخدام جزيئات اكاسيد الفضة او اكاسيد الزنك النانوية بطريقة (EPD) ، مع استخدام مادة (chitosan) كمادة رابطة حيوية، واختبار الخواص الفيزيائية والميكانيكية للعينات بعد المعالجة. بالإضافة الى تقدير كفاءة العينات بعد الطلاء بالمواد النانوية على الميكروبات الفموية المعزولة سابقا.

النتيجة: كشفت نتائج الجزء الأول من الدراسة انتشارا اعلى للميكروبات الفموية المسببة للامراض في مجموعة المثبت التقويمي الثابت مقارنة بالمجموعة الأخرى. بينما الدراسة المختبرية نتج عنها ان طلاء اسطح العينات بالجسيمات النانوية أدى الى تعزيز التأثير المضاد للميكروبات المعزولة سابقا وبشكل رئيسي مع جزيئات أوكسيد الزنك اكثر من جزيئات أوكسيد الفضة النانوية.

الاستنتاجات: قد يعزز المثبت التقويمي الثابت تكاثر المايكروبات المسببة لأمراض الفم واللثة. ان طلاء مادة مثبت الأسنان التقويمي الثابت(stainless steel) بـ AgO و ZnO NPs يمكن ان تعزز الفعالية ضد هذه الميكروبات وتقلل بشكل واضح من تراكم طبقة البايوفلم، وبالتالي ، قد تحسن حالة صحة الفم والاسنان للمرضى الذين يرتدون المثبت التقويمي.

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

الاسنان المعدني بجزيئات نانوية على تأثير طلاء مثبت تقويم الميكروبات الفموية (دراسة مختبرية)

اطروحة مقدمة الى مجلس كلية طب الاسنان في جامعة بغداد كجزء من متطلبات نيل شهادة الدكتوراه في تقويم الأسنان

قدمت من قبل

ضحى عبد القادر عبد الحسين

بكالوريوس طب وجراحة الفم والأسنان

ماجستير تقويم الاسنان

بأشراف

أ.د. ضياء حسين عبد عون

بكالوريوس طب وجراحة الفم والأسنان

دكتوراه تقويم الاسنان

بأشراف

أ.م.د. مكارم حازم عبد الكريم

دكتوراه هندسة معادن

1443 هـ **2022 م**