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

PHYSICO-BIOMECHANICAL STUDYING OF BETA-TRICALCIUM PHOSPHATE COATED POLYETHERIMIDE IMPLANT MATERIAL

A thesis submitted to the council of the College of Dentistry/ University of Baghdad in partial fulfillment of the requirement for the degree of Doctor of Philosophy in Prosthodontics

By
Ahmed Mhdy Hady
B.D.S., M.Sc.

Supervised by
Professor
Dr. Thekra Ismael Hamad
B.D.S., M.Sc., Ph.D. Prosthodontics

2023 A.M **1444 A.H**

ABSTRACT

Introduction:

The most recent advance in implant technology is the searching for materials that promote osseointegration. Polyetherimide (PEI) is a thermoplastic polymer has a bioactive propriety. Implant surface coating may enhance bioactivity, consequently accelerating osseointegration and allowing for instant implant loading with reduced healing time.

This study's aim was to utilize and characterize PEI implant coated with beta-tricalcium phosphate (β-TCP), through evaluation of Physico-biomechanical and histopathological properties, and comparing this implant material to Polyetheretherketone (PEEK) implant coated with the same materials.

Materials and methods:

The PEI and PEEK substrates disks with a 3 mm thickness and a 10 mm diameter were made then wet-grounded and polished. The material for the coating made from beta-Tricalcium phosphate (β-TCP) and Polyvinyl alcohol (PVA)**,** dissolved in 70% (by weight) distilled water, with three different percentage for (β -TCP/PVA): A (20:10), B (25:5), and C. (27:3). Each coated group samples, namely (A, B and C) evaluated by Scanning electron microscope, X-Ray Diffraction, Atomic force microscopy, wettability and radiographic optical density tests. The tests led to the identification of the optimal coating percentage.

In vivo study was performed using 160 screws, divided into two groups: 80 implants for two weeks and another 80 implants for six weeks healing

intervals. For each period, 40 screws used for the mechanical removal torque test. The remaining forty screws were used for histopathological, histomorphometric, and immunohistochemistry evaluations.

Results:

Tests results demonstrated successful coating β-TCP/PVA on both PEI and PEEK substrate, with significant improvement in the surface roughness, wettability and radiographic optical density, especially for β-TCP/PVA of (27/3) percentage in coating material. *In vivo* tests show that it takes more force to unscrew coated and uncoated PEI implants after two and six weeks. Also, coated PEI groups had early bone formation at two weeks.

Conclusion:

The PEI as implant material achieved better osseointegration than PEEK as demonstrated by better removal torque results and biological properties. The bone response for implants that coated with β-TCP/PVA assessed to be significantly improved than those uncoated implants.

الخلاصة

المقدمة:

التقدم في مجال زراعة الاسنان يتطلب البحث عن المواد التي تعزز الاندماج بين الزرعة والعظم.

بولي إيثرامايد هو بوليمر قابل للتشكيل بالحرارة يمتلك خصائص نشطة بيولوجيًا من حيث الاندماج بينه وبين النسيج العظمي.

قد تعمل الطلاءات السطحية للزرعة المصنوعة من مواد مركبة على تعزيز النشاط الحيوي ، وبالتالي تسريع الاندماج العظمي والسماح بتحميل الزرع الفوري مع تقليل وقت الشفاء.

كان الهدف من هذه الدراسة هو عمل وتقييم غرسة مبتكرة مصنوعة من مادة البولي ايثر امايد و مطلية بفوسفات الكالسيوم الثلاثي (الطور بيتا) وذلك من خلال تقييم الخصائص الفيزيائية و البايولوجية والميكانيكية والتشريح المرضي ، ومحاولة مقارنة ذلك مع غرسة مصنوعة من مادة البولي ايثر ايثر كيتون مطلية بنفس المواد.

المواد وطرق العمل:

اقراص مصنوعة من مادتي البولي ايثر امايد و البولي ايثر ايثر كيتون. يبلغ ارتفاعها 2 ملم وقطرها 10 ملم, تم صقلها وهي مبللة. مادة الطلاء المصنوعة من فوسفات الكالسيوم الثلاثي (الطور بيتا) و بولي فينيل الكحول, مذابة في 70٪ (بالوزن) ماء مقطر ، وهناك ثلاث نسب مختلفة: أ (20:10) و ب (25: 5) و ج. (27: 3).

تم تقييم عينات كل مجموعة مطلية ، وهي (أ ، ب ، ج) بواسطة اختبارات مجهر إلكتروني ماسح و دراسة البلورات بالأشعة السينية و مجهر القوة الذرية وقابلية البلل واختبارات الكثافة البصرية الشعاعية.

أجريت الدراسة في الجسم الحي للارانب باستخدام 160 غرسة على شكل برغي ، مقسمة إلى مجموعتين: 80 غرسة لمدة أسبوعين و 80 غرسة أخرى لمدة ستة أسابيع فترات شفاء. لكل فترة ، تم استخدام 40 غرسة لاختبار عزم الدوران للإزالة الميكانيكية. تم استخدام الغرسات الأربعين المتبقية في التقييمات النسيجية المرضية ، والقياسية النسيجية ، والكيمياء النسيجية المناعية.

النتائج:

أظهرت نتائج الاختبارات نجاح طلاء فوسفات الكالسيوم الثلاثي (الطور بيتا) على كل من ركيزة البولي ايثر امايد و البولي ايثر ايثر كيتون، مع تحسن كبير في خشونة السطح وقابلية البلل والكثافة البصرية الشعاعية.

في الجسم الحي تظهر الاختبارات أن الأمر يتطلب مزيدًا من القوة لفك غرسات البولي ايثر امايد المطلية وغير المطلية بعد أسبوعين وستة أسابيع. أيضًا ، كان لمجموعات البولي ايثر امايد المطلية تكوين عظم مبكر في أسبوعين ، وبالمقارنة مع البولي ايثر امايد و البولي ايثر ايثر كيتون غير المطلي.

الاستنتاج:

في الدراسة الحالية، حققت البولي ايثر امايد كمادة غرسة اندماجًا عظميًا أفضل من البولي ايثر ايثر كيتون، في الجسم الحي كما يتضح من نتائج عزم الدوران بإزالة عزم دوران أفضل بالإضافة الى خصائص بايولوجية افضل.

كما ان استجابة العظام للغرسات المطلية بفوسفات الكالسيوم الثلاثي (الطور بيتا) هي أفضل من تلك الموجودة في المجموعة غير المطلية.

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

دراسة فيزيائية ـ بايوميكانيكية لمواد الزرعات المصنوعة من مادة البولي إيثرامايد المطلية بفوسفات الكالسيوم الثلاثي (الطور بيتا)

اطروحة مقدمة الى مجلس كلية طب الأسنان جامعة بغداد

كجزء من متطلبات نيل درجة دكتوراه فلسفة في علوم صناعة الاسنان

من قبل

احمد مهدي هادي

بكالوريوس في طب و جراحة الفم والأسنان ماجستير صناعة اسنان

بإشراف

ا.د. ذكرى اسماعيل حمد

بكالوريوس في طب و جراحة الفم والأسنان ماجستير صناعة اسنان دكتوراه في صناعة الاسنان

1444هجري **2023 ميلادي**