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

PREPARATION AND EVALUATION OF MECHANICAL AND BIOLOGICAL PROPERTIES OF METAKAOLIN BASED GEOPOLYMER MATERIAL REINFORCED BY CARBON NANOTUBE AS IMPLANT MATERIAL

A thesis submitted to the council of the College of Dentistry at the University of Baghdad in partial fulfillment of the requirements for the degree of doctor of Philosophy in Prosthodontics

by

Aseel Abdulameer Radhi
B.D.S., M.Sc.

Supervised by
Assist. Prof. Dr. Hikmat Jameel Abdul-Baqi
B.D.S., M.Sc. Ph.D.

2023 A.D 1444 A.H

ABSTRACT

Introduction: The implant biomaterials have upgraded concomitant the scientific and technological discoveries. Geopolymer (GP) is an inorganic aluminosilicate derived from geological elements used in the biomaterial field.

This study aimed to prepare a geopolymer formula ((KOH+ NaOH). 3.8Si.1Al. 9ml H2O) and geopolymer composite reinforced with multiwall carbon nanotube (GPCNT), which had investigated for their mechanical and in vivo biological behavior as implant material.

Materials and methods: Geopolymer preparation from the alkaline activators in nine-mole fractions of KOH + NaOH while keeping this fraction equivalent to one (from 0.1 to 0.9). Each mole fraction of KOH to NaOH with other alkaline activator (sodium silicate and amorphous silica) form alkaline solution reacted with metakaolin was prepared from calcined Iraqi kaolin (Dwaikhla) to prepare nine GP formulas, which had optimized through their hardness and compressive strength.

The optimum formula for geopolymer adopted in this study was (0.7 KOH. 0.3. NaOH. 3.8Si.1Al. 9ml H2O) reinforced with multiwall carbon nanotube (MWCNT) in three concentrations (0.025, 0.05, 0.075) wt.% of GP dry weight constituents to form composites which underwent hardness and compressive strength test.

The adopted geopolymer formula from the first pilot study and the optimum composite from the second pilot study was GPCNT 0.05 wt.%. GP and GPCNT were tested for their (hardness, compressive strength, wettability, density, porosity, and water absorption) in comparison with zirconia as a control group. Also, in vivo, histological and biomechanical effects (push-out test) in rabbits femurs compared with zirconia as a control group were tested after 2 and 6 weeks.

Results: The mechanical and physical tests revealed a significant difference between the Zirconia control over the experimental groups (GP and GPCNT). There was an improvement but nonsignificant in modified geopolymer over the non-modified group.

In vivo study, the biomechanical test (push out) revealed that Zirconia and GPCNT groups had the highest adhesion force compared to geopolymer after six weeks. Tested materials had biocompatible behavior, as proved by histological findings, more bone formation around Zirconia and GPCNT groups compared to the geopolymer test group after 2 and 6 weeks.

Conclusion: Geopolymer and reinforced geopolymer with MWCNT had potential applications as implant materials regarding tissue response. Their mechanical qualities need further study and work.

الخلاصة

المقدمة: المواد الحيوية المستعملة كغرسات تتطور بشكل مصاحب للاكتشافات العلمية و التقنية. مادة الجيوبوليمر هي مادة لاعضوية تتكون من سيليكات الالومينا المستخلصة من عناصر الأرض , حيث تم استعمال هذه العناصر في مجال المواد الحيوية سابقا.

هذه الدراسة تهدف الى تحضير مادة الجيوبوليمر بالتركيبة الكيميائية

(KOH. NaOH.3.8 Si.1Al. 9ml H2O) و تحضير جيوبوليمر مدعم بمادة الكاربون متعدد الاغلفة الأنبوبي النانوي و فحص المادتين من ناحية الخواص الميكانيكية والخواص الحيوية لغرض استعمالها كغرسة.

المواد و الطرق: تحضيرالجيوبوليمرمن خلال تفاعل القلويات المنشطة للتفاعل, هذه القلويات حضرت ب ٩ نسب مولية هي نسبة هايدروكسيد البوتاسيوم مع هايدروكسيد الصوديوم (٠,١ الى ٠,٩) مع المحافظة على هذه النسبة مساوية لواحد. كل نسبة مولية (KOHو NaOH) مع بقية المنشطات القاعدية التفاعلية الأخرى (سليكات الصوديوم و السليكا الغير متبلورة) تكون محلول قاعدي يتفاعل مع مادة الميتاكاؤولين المحضر من الكاؤولين العراقي (الدويخلة) المحروق لتحضير ٩صيغ كيميائية لمادة الجيوبوليمروالتي يحدد افضليتها من خلال فحص الصلادة والانضغاطية.

انسب صيغة كيميائية لصناعة مادة الجيوبوليمراعتمدت في هذه الدراسة هي الصيغة التالية

(**0.7**KOH.0.3 NaOH).3.8 Si.1Al. 9ml H_2O) دعمت مع ثلاثة تراكيز من مادة الكاربون الانبوبية النانوية متعددة الاغلفة هي (٠,٠٢٥, ٠,٠٥, ٠,٠٧) % من وزن المواد الجافة الداخلة في صنع الجيوبوليمرمن اجل تحضير مادة متراكبة. انسب نسبة كاربون تم تحديدها من خلال فحص الصلادة والانضغاطية.

صيغة مادة الجيوبوليمر المعتمدة من الدراسة الأولية الأولى مع انسب مادة متراكبة استحصلت من الدراسة الأولية الثانية وهي ٠,٠٥٪ من وزن الكاربون الانبوبي النانوي. كلتا العينيتين السابقتين تم فحصها (الصلادة, الانضغاطية, قابلية الابتلال, الكثافة, المسامية, امتصاصية الماء) بالمقارنة مع مادة الزركونيا كمجموعة مرجعية نموذجية. وكذلك فحص المجموعات بالفحص الحيوي و الحيوي الميكانيكي لمادة الجيوبوليمر و مادة الجيوبوليمر المدعم بالمقارنة مع مادة الزركونيا كمجموعة مرجعية داخل النسيج الحي لعظم فخذ الارنب بعد ٢-٦ أسابيع.

النتائج: الفحوصات الميكانيكية و الفيزيائية أظهرت فروقات معنوية بين الزركونيا المجموعة النموذجية اعلى من مجموعات الاختباروالتي هي الجيوبوليمر والجيوبوليمر المدعم. كذلك تحسن واضح لكن ليس فرق معنوي بين الجيوبوليمر المدعم افضل من الجيوبوليمر غير المدعم.

فحص فشل الالتصاقية اواجهاد القص بين الغرسة والعظم يبين ان الزركونيا والجيوبوليمر المدعم أعطت افضل نتيجة بالمقارنة مع الجيوبوليمر بعد ٦ أسابيع. المجموعات المختبرة تبدو مقبولة للنسيج الحي كما اثبت من خلال الفحص النسيجي حيث اظهرتكون نسيج عظمي اكثر حول غرسة الزركونيا والجيوبوليمر المدعم بمادة الكاربون النانوية بالمقارنة مع مجموعة الجيوبوليمربعد ٢-٦ أسابيع.

الاستنتاج: مادة الجيوبوليمر والجيوبوليمر المدعم بالكاربون الانبوبي النانوي متعدد الاغلفة يمتلكون القدرة لاستخدامهم كغرسات معوضة للاسنان من ناحية التفاعل مع النسيج الحي . الصفات الميكانيكية تحتاج الى دراسة وتحسين اكثر.

جمهورية ألعراق
وزارة ألتعليم ألعالي وألبحث ألعلمي
جامعة بغداد
كلية طب ألاسنان

تحضير و تقييم الصفات الميكانيكية والحياتية لمادة الجيبوليمر المحضرة من مادة الميتاكاؤولين و المدعم بمادة الكاربون الانبوبي النانوي لغرض استعماله كغرسة

اطروحة مقدمة إلى كلية طب ألاسنان– جامعة بغداد كجزء من متطلبات نيل درجة دكتوراه فلسفة في صناعه الاسنان

من قبل
اسيل عبدالامير راضي
ماجستير صناعة اسنان

بإشراف ألاستاذ المساعد
أ. م.د حكمت جميل عبدالباقي
دكتوراه صناعة اسنان

٢٠٢٣م ١٤٤٤هـ