

The College of Graduate Studies and the College of Medicine & Health Sciences Cordially
Invite You to a
PhD Dissertation Defense

Entitled

*FABRICATION AND EVALUATION OF MULTICOMPONENT BIOMIMETIC SCAFFOLDS FOR BONE
TISSUE ENGINEERING*

By

Mozan Osman Hassan Osman

Student ID: 202090098

Faculty Advisor

Dr. Sahar Mohsin

Department of Anatomy, College of Medicine and Health Sciences

Date & Venue

Thursday, 31 October 2024

4:00 PM

Yanah Theatre

Abstract

Bones have an inherent ability to remodel, but critical-size defects can hinder regeneration, leading to delayed healing or non-union fractures. Traditional bone grafts have limitations, such as donor site morbidity and immune rejection, driving the need for synthetic bone substitutes. Bone tissue engineering (BTE) addresses this by developing biomimetic scaffolds that replicate bone properties. This research aimed to fabricate composite scaffolds from strontium (Sr) and zinc (Zn) doped nano-hydroxyapatite (nHAp), collagen, and poly(lactide-co-glycolide) (PLGA) polymer. Different doping percentages of Sr/Zn (1%, 2.5%, 4%) were used to fabricate the scaffolds using supercritical CO₂ (ScCO₂) and electrospinning techniques. Scaffolds were then analyzed for their spectral properties, structure, porosity, mechanical strength, bioactivity, biodegradation, biocompatibility, and antibacterial efficacy. Results showed that scaffolds fabricated with both techniques exhibited low crystallinity at higher Sr/Zn doping levels, which improved the scaffold's bioactivity. The Sr/Zn-nHAp-PLGA scaffolds fabricated using ScCO₂ exhibited favorable biodegradability in simulated body fluid (SBF) and adequate pore size of 189-406 μm. Notably, the 2.5% Sr/Zn-nHAp-PLGA scaffolds demonstrated improved ultimate compressive strength of 15.06 ± 3.05 MPa and Young's modulus of 0.196 ± 0.007 GPa, while the 4% Sr/Zn-nHAp-PLGA scaffolds exhibited the highest antibacterial activity and promoted osteoblastic proliferation, though they lacked homogeneity and displayed lower ultimate strength. In comparison, electrospun Sr/Zn-nHAp-collagen-PLGA scaffolds were confirmed as composites by spectral analysis. The 4% Sr/Zn scaffolds had a fiber diameter of 331.6 ± 96.11 nm and a pore size of 233.5 ± 18.8 μm, they demonstrated bioactivity by forming needle-like calcium phosphate crystals after immersion in SBF. Additionally, their good homogeneity contributed to excellent mechanical strength, with Young's modulus of 9.91 ± 1.7 GPa, which is comparable to that of cancellous bone. In summary, the electrospun scaffolds demonstrated better stability, bioactivity, and mechanical properties, highlighting the superiority of electrospinning and the promising potential of these scaffolds for BTE.

Keywords: Bone tissue engineering, nano-hydroxyapatite, Zn, Sr, PLGA, scaffolds.

تتشرف كلية الدراسات العليا و كلية الطب والعلوم الصحية بدعوتكم لحضور

مناقشة أطروحة الدكتوراه

العنوان

تصنيع وتقييم هياكل حيوية متعددة المكونات لهندسة أنسجة العظام

للطالبة

مزن عثمان حسن عثمان

الرقم الجامعي: 202090098

المشرفة

د. سحر محسن

قسم التشريح، كلية الطب والعلوم الصحية

المكان والزمان

الخميس، الموافق 31 أكتوبر 2024

الساعة 4:00 عصراً

المكان: مسرح يناح

الملخص

تتمتع العظام بقدرة فطرية على إعادة البناء، ولكن الكسور ذات الحجم الكبير يمكن أن تعيق عملية التجديد، مما يؤدي إلى تأخر الشفاء أو كسور غير ملتحمة. تعاني الطعوم العظمية التقليدية من تداعيات، مثل زيادة معدل الإصابة بالأمراض عند المتبرع والرفض المناعي للمريض، مما يزيد الحاجة إلى بدائل عظمية اصطناعية. تعالج هندسة أنسجة العظام هذه المشكلة من خلال تطوير هياكل (طعوم) حيوية تحاكي خصائص العظام. يهدف هذا البحث إلى تصنيع هياكل مركبة من نانو-هيدروكسي أباتيت مطعم بالستروننتيوم والزنك، مع الكولاجين وبولي لاكتيد-كو-جليكوليد بوليمر. تم تصنيع الهياكل بتركيبات مختلفة من الستروننتيوم والزنك (1%، 2.5%، 4%) باستخدام تقنية ثاني أكسيد الكربون فوق الحرج وتقنية الغزل الكهربائي. بعد ذلك تم تحليلها لخصائصها الطيفية وبنيتها ومساميتها وقوتها الميكانيكية ونشاطها الحيوي وتحللها الحيوي وتوافقها الخلوي وخصائصها المضادة للبكتيريا. أظهرت النتائج أن الهياكل المصنعة بكلتا التقنيتين اكتسبت تبلوراً منخفضاً عند التطعيم بنسبة عالية من الستروننتيوم والزنك، مما أدى الي تحسين النشاط الحيوي للهيكلي. أظهرت هياكل الستروننتيوم/زنك-نانو-هيدروكسي أباتيت- بولي لاكتيد-كو-جليكوليد المصنعة باستخدام ثاني أكسيد الكربون فوق الحرج تحللاً حيوياً مؤاتياً في السائل المحاكي لسوائل الجسم ومسامية كافية، مع أحجام مسام تتراوح من 189 - 406 ميكرومتر. من الجدير بالذكر أن الهياكل المخدرة ب 2.5% ستروننتيوم/زنك- نانو-هيدروكسي أباتيت- بولي لاكتيد-كو-جليكوليد أظهرت تحملاً عالياً بقوة ضغط ميكانيكية قدرها 10.06 ± 3.05 ميجا باسكال، ومعامل يونج قدره 0.196 ± 0.007 جيجا باسكال. بينما أظهرت الهياكل المطعمة ب 4% ستروننتيوم/زنك - نانو-هيدروكسي أباتيت- بولي لاكتيد-كو-جليكوليد أفضل نشاط مضاد للبكتيريا، الي جانب تعزيز نمو الخلايا العظمية، على الرغم من أنها افقرت إلى التجانس وأظهرت قوتي ميكانيكية أقل. وبالمقارنة، تم تأكيد أن الهياكل المغزولة كهربائياً والمصنعة من ستروننتيوم/زنك نانو-هيدروكسي أباتيت والكولاجين والبولي لاكتيد-كو-جليكوليد كونت مركبات من خلال التحليل الطيفي، حيث أظهرت الهياكل التي تحتوي على 4% ستروننتيوم/زنك أقطار ألياف تبلغ 331.6 ± 96.11 نانومتر، وأحجام مسام قدرها 233.5 ± 18.8 مايكرومتر، كما أظهرت هذه الهياكل نشاطاً حيوياً عن طريق تكوين بلورات فوسفات كالمسيوم شبيهة بالإبرة بعد غمرها في السائل المحاكي لسوائل الجسم. بالإضافة إلى ذلك، ساهم تجانسها الفائق في تحقيق قوة ميكانيكية ممتازة، مع معامل يونج يبلغ 9.91 ± 1.7 جيجا باسكال، وهو ما يضاهي معامل العظم الإسفنجي. باختصار، أظهرت الهياكل المصنوعة بالغزل الكهربائي استقراراً ونشاطاً حيوياً وخصائص ميكانيكية أفضل، مما يسلط الضوء على تفوق الغزل الكهربائي والإمكانات الواعدة لهذه الهياكل في تطبيقات هندسة أنسجة العظام.

كلمات البحث الرئيسية: هندسة الأنسجة العظمية، النانو-هيدروكسي أباتيت، الزنك، الستروننتيوم، بولي لاكتيد-كو-جليكوليد، هياكل داعمة.