Thesis Title Fabrication and Characterization of Composite Porous Scaffold from Chitosan-Gelatin/Hydroxyapatite for Bone Filler Application

Author Mr. Whattanapong Changkowchai

Degree Master of Engineering (Biomedical Engineering)

Thesis Advisor Assistant Professor Dr.Wassanai Wattanutchariya

ABSTRACT

This research study aims to fabrication and characterization of composite porous bone scaffold from chitosan-gelatin/hydroxyapatite for use as bone filler in medical application. An investigation on developing porous bone scaffold was carried out in order to identify a proper mixing ratio between chitosan, gelatin and hydroxyapatite, which could yield appropriate biodegradability, porosity and swelling property for bone grafting. Mixture design technique was implemented to investigate the effect of mixing ratio among chitosan-gelatin/hydroxyapatite on the properties of the porous scaffold. Three physical properties: biodegradability, porosity and swelling ability were used for mixing ratio optimization. In this study, 5 levels of mixing ratio between chitosan-gelatin and hydroxyapatite were used and varied by the mixture design technique. According to the test results, the degradability decreased by increased chitosan-gelatin and hydroxyapatite concentration. In the meantime, the porosity was increased by decreased chitosan-gelatin and hydroxyapatite concentration, while the swelling property was increased by increased chitosan-gelatin and decreased hydroxyapatite concentration. The optimal condition was evaluated based on mutual benefit of these three physical properties. The optimization ratio of chitosan-gelatin solution was 2.6223%, hydroxyapatite was 2.1654% and 1% acetic acid solution was 95.2124%. The Young's modulus of porous bone scaffolds was close enough to human bone cartilage that it could be used as bone filler for replacement in bone damage or bone loss at non-load bearing location Furthermore,

SEM technique showed a continuous structure of irregular interconnected pores in the 100-500 μm range which allowed for blood supply and cell attachment. Additionally , this porous scaffold proved non-toxic in human body based on cell viability evaluation. This developing porous bone scaffold could be a promising alternative for bone substitute using bone tissue engineering technique for bone grafting in the future.

ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์	การผลิตและศึกษาสมบัติเฉพาะของวัสดุผสมชนิดเนื้อพรุนจากไคโตซาน-เจลาติน/ไฮดรอกซีอะปาไทต์สำหรับการประยุกต์ใช้เพื่อเติมกระดูก
ผู้เขียน	นายวัฒนพงษ์ ฉางเข้าชัย
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมชีวการแพทย์)
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	ผศ.ดร.วัสสนัย วรรธนัจฉริยา

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อผลิตและศึกษาคุณสมบัติเฉพาะของวัสดุโครงร่างชนิดเนื้อพรุน จากไคโตซาน-เจลาติน/ไฮดรอกซี่อะปาไทต์เพื่อใช้ในการเติมกระดูกสำหรับงานทางด้านการแพทย์ จากการวิจัยวัสดุโครงร่างชนิดเนื้อพรุนเพื่อหาอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมระหว่างไคโตซาน-เจลาติน และไฮดรอกซี่อะปาไทต์ โดยมีการย่อยสลาย ความพรุน และการบวมตัว เป็นปัจจัยผลตอบ การออกแบบการทดลองด้วยการออกแบบส่วนผสมได้ถูกนำมาใช้ในการหาอัตราส่วนผสมของไคโตซาน-เจลาติน และไฮดรอกซี่อะปาไทต์โดยมีปัจจัยผลตอบคือ การย่อยสลาย ความพรุน และการบวมตัว เพื่อหาค่าอัตราส่วนผสมที่ดีที่สุด จากการศึกษาได้แบ่งอัตราส่วนผสมของไคโตซาน-เจลาตินและไฮดรอกซี่อะปาไทต์ออกเป็น 5 ระดับ ได้ผลลัพธ์ดังนี้คือ อัตราการย่อยสลายจะเพิ่มขึ้น เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของไคโตซาน-เจลาติน และไฮดรอกซี่อะปาไทต์ ในขณะเดียวกันความเข้มข้นของไคโตซาน-เจลาติน และไฮดรอกซี่อะปาไทต์ลดลง ความพรุนลดลง ส่วนอัตราการบวมตัวจะเพิ่มขึ้น เมื่อเพิ่มอัตราความเข้มคนของไคโตซาน-เจลาติน และลดความเข้มข้นของไฮดรอกซี่อะปาไทต์ อัตราส่วนผลสมที่ที่เหมาะสมคือ ความเข้มข้นของไคโตซาน-เจลาตินคือ 2.6223% ไฮดรอกซี่อะปาไทต์ที่ 2.1654% และสารละลาย1%กรดอะซิติคคือ 95.2124% มอดูลัสของยังสำหรับวัสดุโครงร่างสำหรับทดแทนกระดูกชนิดเนื้อพรุน มีค่าใกล้เคียงกับของกระดูกอ่อนของมนุษย์ เหมาะสมที่จะใช้เพื่อเป็นวัสดุเติมกระดูกที่เกิดการแตกหัก เสียหาย บริเวณที่ไม่มีการรับ

แรง นอกจากนี้ ผลการวิเคราะห์ด้วยเครื่องสแกนนิ่งอิเล็คตรอนไมโครสโคป (SEM) แสดงให้เห็นว่า วัสดุมีลักษณะรูพรุนแบบเชื่อมต่ออย่างไม่เป็นรูปแบบ มีขนาดของรูพรุนอยู่ในช่วง 100-500 μm ซึ่งมีความเหมาะสมสำหรับการเข้าไปของหลอดเลือดและเหมาะกับการยึดเกาะของเซลล์ และวัสดุโครงร่างชนิดเนื้อพรุนนี้ ไม่มีความเป็นพิษต่อเซลล์มนุษย์ จากการศึกษาวิจัยวัสดุโครงร่างชนิดเนื้อพรุน มีแนวโน้มที่จะเป็นวัสดุสำหรับทดแทนกระดูกสำหรับการปลูกถ่ายกระดูก โดยใช้เทคนิคทางด้านวิศวกรรมเนื้อเยื่อในอนาคต