

นิตา จันทร์พวง : พฤติกรรมในหลอดแก้วของกลาสเซรามิกที่มีเบตาแคลเซียม
ไพโรฟอสเฟต (*IN VITRO* BEHAVIOUR OF β -CALCIUM PYROPHOSPHATE
GLASS-CERAMICS) อาจารย์ที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์ ดร.จรัสศรี ลอประยูร,
86 หน้า

กลาสเซรามิกเป็นวัสดุทางชีวภาพชนิดหนึ่งที่ได้พัฒนาขึ้นมาในช่วง 10 ปี เพื่อนำมาใช้ทดแทนกระดูก และมีการผลิตเพื่อการค้า ตัวอย่างเช่น เอ-ดับบลิว กลาสเซรามิก (A-W glass-ceramic), เซราไวทอล (Ceravital) และ ไบโอเวอริท (Bioverit) กลาสเซรามิกเหล่านี้ประกอบด้วยผลึกของอะพาไทต์เป็นหลัก ร่วมกับวัฏภาคที่มีซิลิกาเป็นองค์ประกอบ แต่กลาสเซรามิกที่พัฒนาขึ้นมาใหม่นี้ มีผลึกของเบตาแคลเซียมไพโรฟอสเฟต จึงจำเป็นต้องนำมาศึกษาเกี่ยวกับความเข้ากันได้กับร่างกาย (biocompatibility) โดยศึกษาเกี่ยวกับปฏิกิริยาต่อสภาพแวดล้อมทางชีวภาพ (bioactivity) ของวัสดุ และศึกษาความเป็นพิษต่อเซลล์ (cytotoxicity) เพื่อให้แน่ใจได้ว่าวัสดุทางชีวภาพชนิดนี้สามารถนำมาใช้ในร่างกายได้อย่างปลอดภัย

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ ทำกลาสเซรามิกที่มีเบตาแคลเซียมไพโรฟอสเฟต ซึ่งเตรียมได้จากการหลอมแก้วในระบบ $\text{Na}_2\text{O}-\text{CaO}-\text{B}_2\text{O}_3-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{P}_2\text{O}_5-\text{SiO}_2$ (C1) และระบบ $\text{Na}_2\text{O}-\text{CaO}-\text{B}_2\text{O}_3-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{P}_2\text{O}_5$ (C2) นำแก้วที่ได้มาผ่านการควบคุมความร้อนเพื่อทำให้เกิดการตกผลึกได้เป็นกลาสเซรามิก GC1 และ GC2 ตามลำดับ นำวัสดุที่ได้ไปวิเคราะห์ชิ้นงานเพื่อศึกษาวัฏภาคโดยเอกซเรย์ดิฟแฟรคชัน (x-ray diffraction, XRD) โครงสร้างจุลภาคโดยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน (scanning electron microscope, SEM) จากนั้นศึกษาพฤติกรรมในหลอดแก้ว (*In vitro* test) คือ ศึกษาปฏิกิริยาของวัสดุภายใต้สภาพแวดล้อมทางชีวภาพ และศึกษาความเป็นพิษต่อเซลล์ ในส่วนของการศึกษาปฏิกิริยาของวัสดุภายใต้สภาพแวดล้อมทางชีวภาพ ทำได้โดยนำชิ้นงานใส่ในสถานะจำลองของเหลวในร่างกาย (conventional simulated body fluid, c-SBF) ที่เตรียมขึ้น แล้วศึกษาการเปลี่ยนแปลงของผิวชิ้นงานในช่วงระยะเวลา 0-90 วัน ภายใต้สภาวะควบคุม ส่วนการศึกษาความเป็นพิษต่อเซลล์นั้น เป็นการศึกษาโดยเลือกใช้วิธีสัมผัสโดยตรง ทำได้โดยนำชิ้นงานที่ผ่านการฆ่าเชื้อ (sterilization) แล้วใส่ในถาดเลี้ยงเซลล์ที่มีเซลล์ที่ได้รับการเพาะเลี้ยงจนกระทั่งพร้อมต่อการทดสอบ โดยใช้เซลล์จากหนู (L929) แล้วศึกษาการเปลี่ยนแปลงของเซลล์ในช่วงระยะเวลา 1-3 วัน ภายใต้สภาวะควบคุม จากการศึกษาปฏิกิริยาของวัสดุภายใต้สภาพแวดล้อมทางชีวภาพ และศึกษาความเป็นพิษต่อเซลล์แล้วผลปรากฏว่า มีอัญรูปของแคลเซียมฟอสเฟตวัฏภาคใหม่ปรากฏขึ้นบนผิวของชิ้นงานทั้ง GC1 และ GC2 และสังเกตพบว่าชิ้นงานกลาสเซรามิกชนิดที่ไม่มีซิลิกา (GC2) จะแสดงสมบัติไบโอแอคทีฟเร็วกว่าชิ้นงานกลาสเซรามิกที่มีซิลิกา (GC1) การศึกษาความเป็นพิษต่อเซลล์ พบว่ากลาสเซรามิกที่มีเบตาแคลเซียมไพโรฟอสเฟตทั้ง 2 ชนิดนี้ ไม่มีความเป็นพิษต่อเซลล์

และนอกจากนี้ยังพบว่าชิ้นงานกลาสเซรามิกชนิดที่มีซิลิกา (GC1) นั้นมีผลกระทบต่อเซลล์ช้ากว่า
ชิ้นงานกลาสเซรามิกชนิดที่ไม่มีซิลิกา (GC2) ซึ่งส่งผลเร็วกว่าอย่างเห็นได้ชัด

สาขาวิชา วิศวกรรมเซรามิก

ปีการศึกษา 2550

ลายมือชื่อนักศึกษา _____

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา _____

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม _____

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม _____

NISA JANPHUANG : *IN VITRO* BEHAVIOUR OF β -CALCIUM
PYROPHOSPHATE GLASS-CERAMICS. THESIS ADVISOR :
ASSOC. PROF. CHARUSSRI LORPRAYOON, Ph.D. 86 PP.

IN VITRO TEST/CALCIUM PYROPHOSPHATE/BIOCOMPATIBILITY/
BIOACTIVITY/CYTOTOXICITY

Glass-ceramics are biomaterials that have been developed for a decade for bone replacement. Commercial products such as A-W glass-ceramics, Ceravital and Bioverit are composed of apatite as the major phase with some silica. However, these new developed glass-ceramics contain β -calcium pyrophosphate. The study on their biocompatibility in terms of bioactivity and cytotoxicity is necessary to assure that these new materials are safe when they are used in human body.

The objectives in this study were to make glass-ceramics by melting two glass systems, $\text{Na}_2\text{O-CaO-B}_2\text{O}_3\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-P}_2\text{O}_5\text{-SiO}_2$ (C1) and $\text{Na}_2\text{O-CaO-B}_2\text{O}_3\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-P}_2\text{O}_5$ (C2), then heating for crystallization to obtain the final product as glass-ceramics, GC1 and GC2 respectively. Both glass-ceramics have been characterized by x-ray diffraction (XRD) and scanning electron microscope (SEM). *In vitro* tests have been established for bioactivity and cytotoxicity. For bioactivity test, GC1 and GC2 were soaked in conventional simulated body fluid (c-SBF) under the controlled conditions for 0 to 90 days. Another *In vitro* tests, cytotoxicity test, a direct contact was chosen. Sterile GC1 and GC2 were cultured with cell (mouse cell, L929) for 1 to 3 days under the controlled conditions. After the bioactivity and cytotoxicity test, the existence and growth of calcium phosphate layers were observed on the surface of these two kinds

of specimens. However, GC2 (silica free) had faster bioactivity than GC1 (silica containing). It was found that both glass-ceramics were non-cytotoxic. The effect of GC1 to the cell is slower than GC2.

School of Ceramic Engineering

Academic Year 2007

Student's Signature _____

Advisor's Signature _____

Co-advisor's Signature _____

Co-advisor's Signature _____