

**FABRICATION OF POLYMETHYL METHACRYLATE
STRUCTURE BY 3DP FOR MEDICAL
APPLICATIONS**

PANTIDA PATIRUPANUSARA

**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR
THE DEGREE OF MASTER OF ENGINEERING
(BIOMEDICAL ENGINEERING)
FACULTY OF GRADUATE STUDIES
MAHIDOL UNIVERSITY
2006**

**ISBN 974-04-7762-3
COPYRIGHT OF MAHIDOL UNIVERSITY**

การขึ้นรูปชิ้นงานพอลิเมทิลเมทาคริเลทโดยเทคโนโลยีการพิมพ์ 3 มิติ สำหรับการใช้งานทางการแพทย์ (FABRICATION OF POLYMETHYL METHACRYLATE STRUCTURE BY 3DP FOR MEDICAL APPLICATIONS)

พรรธิตา ปฎิรูปานุสร 4536772 EGBE/M

วศ.ม. (วิศวกรรมชีวการแพทย์)

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ : จินตมัย สุวรรณประทีป, Ph.D. (Biomaterials), ชีรพร
รับคำอินทร์, Ph.D. (Materials Engineering and Science)

บทคัดย่อ

เครื่องพิมพ์สามมิติเป็นหนึ่งในเทคโนโลยีสร้างต้นแบบรวดเร็วที่สามารถสร้างแบบจำลองสามมิติได้จากภาพสามมิติในคอมพิวเตอร์ อย่างไรก็ตาม วัสดุทางการแพทย์ได้โดยตรงเครื่องพิมพ์สามมิตินี้โดยทั่วไปไม่สามารถใช้เป็นวัสดุฝังในจากวัสดุทางการแพทย์ได้โดยตรงแบบจำลองสามมิติที่สร้างขึ้นจากเครื่องพิมพ์สามมิติได้ถูกนำมาใช้ทำแม่แบบเพื่อเป็นแบบสำหรับการหล่อวัสดุฝังในด้วยวัสดุทางการแพทย์ งานวิจัยชิ้นนี้ศึกษาการพัฒนาส่วนผสมของพอลิเมอร์ที่เหมาะสมสำหรับการขึ้นรูปชิ้นงานพอลิเมทิลเมทาคริเลทโดยเทคโนโลยีการพิมพ์ 3 มิติ และทำการศึกษาถึงผลกระทบของส่วนผสมต่างๆ ได้แก่ พอลิเมทิลเมทาคริเลท มัลโตเด็คซ์ทริน และพอลิไวนิล แอลกอฮอล์ วิธีการเริ่มจากการขึ้นรูปชิ้นงาน โดยการพ่นของเหลวที่มีส่วนผสมของน้ำจากเครื่องพิมพ์สามมิติ ลงบนส่วนผสมต่างๆของผงพอลิเมทิลเมทาคริเลท กับผงมัลโตเด็คซ์ทริน และ พอลิไวนิลแอลกอฮอล์ที่ละลายน้ำได้และทำหน้าที่เป็นกาวยึดส่วนผสมเข้าด้วยกัน จากการศึกษาพบว่าสามารถขึ้นรูปชิ้นงานพอลิเมทิลเมทาคริเลทได้โดยตรงโดยเครื่องพิมพ์ 3 มิติ การเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนผสมข้างต้น ส่งผลต่อสมบัติของชิ้นงานที่ขึ้นรูป ได้แก่ ความถูกต้องของขนาด จำนวนรูพรุน ความหนาแน่นของชิ้นงาน ตลอดจนสมบัติทางเชิงกล เช่น ค่ามอดูลัสและความต้านทานแรงสูงสุดของชิ้นงาน นอกจากนี้การอัดแทรกชิ้นงานด้วยอะคริลิเรซิน สามารถเพิ่มค่ามอดูลัส และความต้านทานแรงสูงสุดของชิ้นงานของทั้งการคัดงอและการบีบอัดให้มีค่ามากขึ้นใกล้เคียงกับเรซินอะคริลิกที่ใช้งานทางการแพทย์ ซึ่งพบว่าสัดส่วนที่เหมาะสมประกอบไปด้วย พอลิเมทิลเมทาคริเลท ร้อยละ 80 มัลโตเด็คซ์ทริน ร้อยละ 10 และ พอลิไวนิลแอลกอฮอล์ ร้อยละ 10 เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับชิ้นงานพอลิเมทิลเมทาคริเลทที่ได้จากการหล่อ โดยเรซินอะคริลิกที่ใช้งานทางการแพทย์ทั่วไป พบว่า ชิ้นงานพอลิเมทิลเมทาคริเลทที่ได้ สามารถทดแทนชิ้นงานที่ได้จากการหล่อด้วยเรซินอะคริลิกทางการค้าที่ใช้อยู่ในปัจจุบันได้ ชิ้นงานพอลิเมทิลเมทาคริเลทที่ขึ้นรูปโดยตรงจากเครื่องพิมพ์สามมิตินี้ สามารถพัฒนาเพื่อผลิตวัสดุฝังในที่มีรูปร่างซับซ้อน เช่น วัสดุฝังในที่ใช้ในการผ่าตัดแก้ไขความบกพร่องบริเวณกระดูกหรือกระดูกสันหลัง ไบโหน้ำ และขากรรไกร ตลอดจนงานทันตกรรม รวมไปถึงงานด้านชีวการแพทย์อื่นๆอีกด้วย

79 หน้า ISBN 974-04-7762-3

FABRICATION OF POLYMETHYL METHACRYLATE STRUCTURE BY 3DP FOR MEDICAL APPLICATIONS**PANTIDA PATIRUPANUSARA 4536772 EGBE/M****M.Eng.(BIOMEDICAL ENGINEERING)****THESIS ADVISORS: JINTAMAI SUWANPRATEEB, Ph.D.(BIOMATERIALS),
THEERAPORN RUBCUMINTARA, Ph.D. (MATERIALS ENGINEERING AND
SCIENCE)****ABSTRACT**

Three dimensional printing (3DP) is one rapid prototyping technique, which creates parts directly from graphical data in computers. Since the 3DP process cannot fabricate biomaterials directly, the 3DP model is normally printed and employed as a pattern of the desired implants to create moulds for further casting by biomaterials. This research was carried out to formulate polymethyl methacrylate (PMMA) based mixture suitable to be directly fabricated in the 3DP machine and to determine the influence of mixture composition and post-processing technique on the physical and mechanical properties of the structures. This involved initially making a green structure by printing a binder onto the different formulations of mixture of PMMA and water soluble adhesive powder. The results show that PMMA structures were directly fabricated by 3DP. Variation of the percentage of mixture composition affects the formability and structural quality of as-fabricated samples including dimension accuracy, porosity, bulk density and flexural and compressive properties. Infiltration by heat-cured acrylic resin enhances modulus, strength of structures to be close to conventional indirect fabricated PMMA resin. It was observed that the optimum formulation was determined to be 80% PMMA, 10% maltodextrin and 10% PVA. The properties of the directly fabricated PMMA parts from this investigation are sufficient as an alternative to PMMA parts made by the conventional indirect fabrication method. These structures can be developed as cranio-maxillofacial implants, dental implants and a variety of other biomedical applications.

**KEY WORDS: MEDICAL/ RAPID PROTOTYPING/ THREE DIMENSIONAL
PRINTING/ 3DP/ 3D-PRINTING/ PMMA****79 P. ISBN 974-04-7762-3**