บทคัดย่อ

แผนงานวิจัยนี้มีเป้าหมายจะพัฒนาเทคโนโลยีในการผลิตวัสดุฝังในให้มีคุณสมบัติที่ทัดเทียมกับต่างประเทศ ทั้งนี้งานวิจัยนี้จะมุ่งเป้าไปที่การผลิตวัสดุฝังในประเภทโลหะเป็นหลัก เนื่องจากวัสดุฝังในเป็นหนึ่งในวัสดุทางการแพทย์ที่สำคัญที่นำไปรักษากับโรคได้หลายชนิด โดยโครงการวิจัยนี้มุ่งเน้นที่จะนำเทคนิคเชิงวิศวกรรมมาใช้เพื่อปรับปรุงลักษณะสมบัติของวัสดุฝังในให้มีคุณภาพดีขึ้น โดยขอบเขตของงานวิจัยนี้ยังทำการทดสอบวัสดุฝังในที่ได้จากการพัฒนาทั้งในด้านเชิงวิศวกรรม และการเข้ากันได้ทางชีวภาพ รวมทั้งการศึกษาผลกระทบที่อาจจะมีต่อร่างกายหลังการใช้งานไปแล้ว ภายใต้โครงการวิจัยนี้จะประกอบไปด้วยสามโครงการย่อยได้แก่

โครงการย่อยที่ 1 การศึกษาความเป็นไปได้ของการขึ้นรูปและการเคลือบผิวสกรูเพื่อใช้ในทันตกรรมจัดฟัน

งานวิจัยนี้แก้ปัญหาด้วยการเคลือบผิวเพื่อปรับปรุงสมบัติของวัสดุชีวภาพ โดยการสร้างผิวเคลือบ Fluorinated diamond-like carbon (F-DLC) ที่ใช้เทคนิคการเคลือบผิวแบบ Plasma based ion implantation (PBII) สำหรับประยุกต์ใช้งานทางชีวการแพทย์ โดยกำหนดตัวแปรสองตัวในการเคลือบผิวคือความต่างศักย์ไฟฟ้าที่ -5, -15 และ -20 กิโลโวลต์ และอัตราส่วนผสมแก๊สอะเซทิลีนต่อคาร์บอนเตะตระฟลูออไรด์ (C2H2:CF4) ที่อัตราส่วน 2:1, 1:1 และ 1:2 จากผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่าผิวเคลือบที่ความต่างศักย์ไฟฟ้า -5 กิโลโวลต์ ณ อัตราส่วนผสมแก๊ส C2H2:CF4 2:1 และ 1:1 มีแนวโน้มที่ดีจากเงื่อนไขทั้งหมด และแสดงให้เห็นว่าทั้งผิวเคลือบที่ความต่างศักย์ไฟฟ้า -5 กิโลโวลต์ ณ อัตราส่วนผสมแก๊ส C2H2:CF4 2:1 และ 1:1 นั้นมีแนวโน้มของสมบัติทางชีวภาพที่ดีเมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุที่ไม่ได้เคลือบ

โครงการย่อยที่ 2 การศึกษาการปรับปรุงพื้นผิวโลหะผสมไททาเนียมที่ใช้ในการผลิตวัสดุฝังในที่ใช้ในร่างกายมนุษย์ ด้วยวิธีการ Electropolishing

งานวิจัยนี้ได้ทำการจำลองกระบวนการยิงทรายด้วย Al_2O_3 ขนาด A16 และการขัดผิวชิ้นงานไทเทเนียม Ti-6Al-4V ด้วยวิธีทางไฟฟ้าเคมี สำหรับการปรับปรุงผิวชิ้นงานวัสดุฝังในเพื่อให้ได้ผิวเสมือนกับวัสดุฝังในที่ใช้ในเชิงพาณิชย์ พบว่าวิธีการขัดผิวด้วยวิธีทางไฟฟ้าเคมีสามารถนำไปปรับปรุงผิวของวัสดุฝังในไทเทเนียมในขั้นตอนการผลิตชิ้นงานจริงได้ ชิ้นงานที่ผ่านการขัดผิวด้วยวิธีทางไฟฟ้าเคมี จะทนการกัดกร่อนได้ดีกว่าชิ้นงานที่ผ่านกระบวนการยิงทราย เนื่องจากการขัดผิวชิ้นงานด้วยวิธีไฟฟ้าเคมี ผิวชิ้นงานจะมีความเรียบผิวมากขึ้น

โครงการย่อยที่ 3 การพัฒนาเทคโนโลยีทางไมโครฟลูอิดิกส์เพื่อวัดการอักเสบในระยะเริ่มแรกที่เกิดจากวัสดุฝังใน

งานวิจัยนี้ยังได้พัฒนาชุดตรวจวัดที่มีขนาดเล็กเพื่อใช้ในการตรวจวัด โปรตีนที่หลั่งออกมาเมื่อเกิดการอักเสบขึ้น ชุดตรวจนี้ใช้หลักการวัดด้วยวิธี immunoassay โดยการ ตรึง IL-18 capture antibody

ลงบนกระจกสไลด์เป็นจุดขนาดเล็ก จากนั้นจึงทำการหยดสารตัวอย่าง ที่ต้องการจะวัดความเข้มข้นลง ทำปฏิกิริยาแบบ immunoassay โดยใช้สารเรืองแสงฟลูออเรสเซนต์ เป็นตัวให้สัญญาณ ช่วงของการตรวจวัดด้วยชุดตรวจนี้คือ 25 – 1,000 pg/ml ค่าความคลาดเคลื่อน จากการวัดซ้ำมีค่าน้อยกว่า 10% ซึ่งถือว่าเป็นค่าที่ยอมรับได้ เพื่อเป็นการพิสูจน์ว่าชุดตรวจนี้ใช้ได้กับ ตัวอย่างจริง ทางผู้วิจัยได้ใช้ตัวอย่างที่มาจากพลาสมาของผู้ป่วยไตวายซึ่งมีระดับโปรตีน IL-18 ที่ แตกต่างกันไป พบว่าชุดตรวจนี้ให้ผลได้ใกล้เคียงกับผลของชุดตรวจ ELISA มาก โดยที่ค่า $r^2 = 0.99$ บ่งบอกได้ว่าชุดตรวจนี้แม่นยำ สามารถนำมาใช้ได้จริง

คำสำคัญ วัสดุฝังใน การขึ้นรูป ไมโครฟลูอิดิกส์ วัสดุชีวภาพ วัสดุชีวการแพทย์

Abstract

This research program aims at developing technology for the fabrication of implants with the same quality as those manufactured worldwide. Specifically, the program mainly focuses on metal implants since they are important in medical applications and treatment. Engineering techniques are applied to improve the quality of the product. The scope of the program includes the technological development and the biocompatibility test of the fabricated implants. In addition, the study of the effect of metal implants on the patients will be investigated. This research program comprises three sub-programs, as follows:

Sub-Program 1 Feasibility Study of Fabrication and Coating of Orthodontics Screw Mini-implant

The aim of this study is to fabricate the fluorinated diamond-like carbon coatings by plasma based ion implantation technique for biomedical applications. In this study, there are two coating parameters, namely, negative pulsed bias voltage (at three different values, -5, -15 and -20 kV) and gas flow rate ratio of C2H2:CF4 (at three different values, 2:1, 1:1 and 1:2). The results show that films deposited at -5 kV, gas flow rate ratio (C2H2:CF4) 2:1 and 1:1 reveals good results for all mechanical tests.

Sub-Program 2 Study of Surface improvement of titanium- base alloy for human implant by electropolishing method

In this study, the Alumina- and Silica blasting media are applied to modify the surface similar applying in the commercial condition. This method for implant surface modification

could be transferred into the conventional manufacturing processes. The other advantage effect of the electropolishing method is the increasing corrosion resistance.

Sub-Program 3 Development of a Microfluidic Platform for Early Detection of Inflammation Caused by Implant Materials

In this study, we have developed a miniaturized immunoassay platform for the measurement of an inflammatory biomarker, IL-18. In this platform, the capture IL-18 antibody was immobilized onto a microscope slide using a covalent binding method before the analysis based on a sandwich immunoassay. The measurement interval of this system was between 25 to 1,000 pg/ml of IL-18. The coefficients of variability (CVs) were found to be less than 10%, indicating the good reproducibility and repeatability of the system. For a proof-of-concept study, plasma samples from patients with acute kidney injury were used. The measurements from the slide-based system were validated against those of ELISA to determine the diagnostic accuracy of this system. The levels of plasma IL-18 measured by both systems were highly correlated ($r^2 = 0.99$), indicating that this slide-based system has potential to be used as routine point-of-care system.

Keyword implant; fabrication, microfluidics; biomaterials; biomedical materials

ชื่อแผนงานวิจัย

การขึ้นรูปและปรับปรุงผิววัสดุฝังในชนิดโลหะเพื่อเพิ่มสมบัติเชิงวิศวกรรมและการเข้ากันได้ทางชีวภาพ

Fabrication and surface modification of metallic implant in improving engineering properties and biocompatibility

ชื่อโครงการวิจัยกรณีมีโครงการวิจัยภายใต้แผน

1. การศึกษาความเป็นไปได้ของการขึ้นรูปและการเคลือบผิวสกรูเพื่อใช้ในทันตกรรมจัดฟัน (Feasibility Study of Fabrication and Coating of Orthodontics Screw Mini-implant)

2. การศึกษาการปรับปรุงพื้นผิวโลหะผสมไททาเนียมที่ใช้ในการผลิตวัสดุฝังในที่ใช้ในร่างกายมนุษย์ ด้วยวิธีการ Electropolishing (Study of Surface improvement of titanium- base alloy for human implant by electropolishing method)

3.การพัฒนาเทคโนโลยีทางไมโครฟลูอิดิกส์เพื่อวัดการอักเสบในระยะเริ่มแรกที่เกิดจากวัสดุฝังใน (Development of a Microfluidic Platform for Early Detection of Inflammation Caused by Implant Materials)