บทคัดย่อ
พัฒนาผิวข้อเข่าเทียมด้วยชั้นเคลือบคาร์บอนคล้ายเพชรและไทเทเนียม

ปัจจุบันประชากรในประเทศไทยอยู่ในช่วงผู้สูงอายุ ซึ่งโรคที่พบบ่อยคือ “โรคข้อเข่าเสื่อม” ทางการแพทย์จำเป็นต้องผ่าตัดเพื่อปลูกถ่ายข้อเข่าเทียมสำหรับคนไข้ที่มีอาการรุนแรง โดยวัสดุโลหะที่นำมาใช้ปลูกถ่าย คือ เหล็กกล้าไร้สนิมออสเตนิติคเกรด 316L (SS316L) อย่างไรก็ตามหากใช้เป็นระยะเวลานานอาจเกิดการปลดปล่อยไอออนของโลหะ ดังนั้นงานวิจัยนี้จัดทำเพื่อศึกษาการปรับปรุงพื้นผิว SS316L เพื่อป้องกันและลดการปลดปล่อยไอออนของโลหะโดยใช้ชั้นเคลือบคาร์บอนคล้ายเพชร (Diamond-like carbon, DLC) และชั้นเคลือบคาร์บอนคล้ายเพชรที่เจือไทเทเนียมด้วยเทคนิคฟิลเตอร์คาร์โธดิกอาร์ก (Filtered cathodic vacuum arc, FCVA) งานวิจัยนี้สังเคราะห์ชั้นเคลือบ 4 แบบ คือ 1.DLC (ชั้นเคลือบคาร์บอนคล้ายเพชรบริสุทธิ์) 2.DLC-Ti (ชั้นเคลือบคาร์บอนคล้ายเพชรที่เจือไทเทเนียม) 3.DLC/Ti (ชั้นเคลือบคาร์บอนคล้ายเพชรที่รองพื้นด้วยไทเทเนียม)และ 4. DLC-Ti/Ti (ชั้นเคลือบคาร์บอนคล้ายเพชรที่เจือและรองพื้นด้วยไทเทเนียม) จากนั้นศึกษาพฤติกรรมการกัดกร่อนด้วยหลักการทางเคมีไฟฟ้า โดยวิเคราะห์พื้นผิวด้วยเทคนิคเอ็กซ์เรย์โฟโตอิมิชชันอิเล็กตรอนไมโครสโกปี (X-ray Photoemission Electron Microscopy, XPEEM) ทั้งก่อนและหลังทดสอบการกัดกร่อนในสารละลายจำลองน้ำเลี้ยงข้อเข่า นอกจากนี้ยังศึกษาความเข้ากันได้ทางชีวภาพจากการเกิดอะพาไทต์บนชั้นเคลือบในสารละลายจำลองในร่างกายมนุษย์ (Simulated Body Fluid) วิเคราะห์พื้นผิวหลังทดสอบความเข้ากันได้ทางชีวด้วยเทคนิคอินฟราเรดสเปคโตรสโกปี (Infrared Spectroscopy, FTIR) และกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning Electron Microscope, SEM) จากผลการทดสอบฯ พบว่าชั้นเคลือบคาร์บอนคล้ายเพชรที่เจือและรองพื้นด้วยไทเทเนียม (DLC-Ti และ DLC-Ti/Ti) มีความต้านทานการกัดกร่อนมากกว่าชั้นเคลือบที่ไม่เจือและชั้นเคลือบที่รองพื้นด้วยไทเทเนียม (DLC และ DLC/Ti) เป็นผลจากการเกิดไทเทเนียมออกไซด์ที่พื้นผิว นอกจากนี้พบว่าความต้านทานการกัดกร่อนแบบรูเข็มสูงขึ้นในชั้นเคลือบที่รองพื้นด้วยไทเทเนียม (DLC/Ti และ DLC-Ti/Ti) นอกจากนี้การเจือไทเทเนียมในชั้นเคลือบฯ พบว่ามีปริมาณของอะพาไทต์เพิ่มขึ้น จากผลการวิจัยสรุปได้ว่าชั้นเคลือบคาร์บอนคล้ายเพชรที่เจือและรองพื้นด้วยไทเทเนียม (DLC-Ti/ Ti) เหมาะสมต่อการประยุกต์ใช้งานในทางการแพทย์

Abstract

Surface development of knee prothesis by diamond-like carbon and titanium

Nowadays, most of the citizen in Thailand is in the aging society, which Osteoarthritis is the most disease in this aging society. Thus, knee implant surgery is necessary for medical treatment to heal a critical patient. 316L austenitic stainless steel (SS316L) is one choice for surgery. However, with prolonged use, the release of metal ions may occur. Therefore, it is essential to improve the surface of SS316L for the protection and reduction of released ions. Diamond-like carbon (DLC), and titanium doped into DLC films, were coated on SS316L using a Filtered Cathodic Vacuum Arc (FCVA) process. This research synthesized DLC films were 1.DLC (Pure DLC), 2.DLC-Ti (Ti-doped DLC), 3.DLC/Ti (Ti interlayered DLC), and 4.DLC-Ti/Ti (Ti-doped and Ti-interlayered DLC). All four films were electrochemical-tested; after that, they were surface analyzed with X-ray Photoemission Electron Microscopy (XPEEM) to compare the chemical structure of carbon before and after corrosion test in synovial fluid (SF). Besides, the films were biocompatibility-tested by soaking in simulated body fluid (SBF). Then estimated the surface by infrared spectroscopy (FTIR) and scanning electron microscope (SEM) to looking for hydroxyapatite formation. The results showed that corrosion resistance of DLC-Ti and DLC-Ti/Ti was higher than DLC and DLC/Ti due to titanium oxide formation on the surface. The pitting corrosion resistance of DLC/Ti and DLC-Ti/Ti was higher than DLC and DLC-Ti. Additionally, from the biocompatibility test, Ti-doping into DLC could also enhance hydroxyapatite formation. Based on the research results, it can conclude that DLC-Ti/Ti was suitable properties for applied in medical implant term.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี