

**DEVELOPMENT OF *Cu-Al-Ni* ALLOY FOR DENTAL  
POST AND CORE APPLICATION**



**APIWAT RITTAPAI**

**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT  
OF THE REQUIREMENTS FOR  
THE DEGREE OF DOCTOR OF PHILOSOPHY  
(DENTAL BIOMATERIALS SCIENCE)  
FACULTY OF GRADUATE STUDIES  
MAHIDOL UNIVERSITY**

Copyright by Mahidol University 2012

**COPYRIGHT OF MAHIDOL UNIVERSITY**

**DEVELOPMENT OF *Cu-Al-Ni* ALLOY FOR DENTAL POST AND CORE APPLICATION**

APIWAT RITTAPAI 4636656 DTDB / D

Ph.D. (DENTAL BIOMATERIALS SCIENCE)

THESIS ADVISORY COMMITTEE: JULATHEP KAJORNCHAIYAKUL, Ph.D.,  
SOMCHAI URAPEPOL, Ph.D., WIDCHAYA KANCHANAVASITA, Ph.D.,  
KALLAYA SUPUTTAMONGKOL, Ph.D.**ABSTRACT**

Generally, the technique used for replacement of the tooth is “posts and cores”. Noble and semi-precious dental alloys have numerous excellent properties, but they are expensive and unaffordable for lots of patients. The copper-aluminum-nickel alloy is a reasonably priced alternative, and theoretically is perceived as corrosion resistant. Therefore, this situation could potentially be a prototype to develop a base-metal alloy for dental post and core application, and generate dentistry that is more affordable to patients.

Sixteen groups of experiment alloys, with varying proportions 0, 3, 6, 9 wt % Al and 0, 2, 4, 6 wt % Ni, were prepared and their properties were evaluated.

As generated by the biocompatibility characteristic, the 6 wt % Ni series was inappropriate for use for this purpose, due to its high toxicity. Also, the 12 wt % Al series was not suitable due to its high brittleness and low castability. Additionally, the 0 wt % Ni series revealed extremely low strength and elongation, and the 6 wt % Al series exhibited only a small amount of modulus to withstand mastication in the mouth. As a result, the 9 wt % Al with the combination of 2 wt % Ni and 4 wt % Ni series not only produced appropriate modulus of elasticity ( $63.9 \pm 5.1$  to  $139.1 \pm 14.2$  GPa), predictable on the point of dental gold alloy, and presented higher corrosion resistance than the others, but also had a value of 0.2 % proof strength ( $180.4 \pm 5.8$  to  $198.2 \pm 3.4$  MPa), which complied with the ISO standard of at least 180 MPa.

In conclusion, the 9 wt % Al in the combination of 2 wt % Ni and 4 wt % Ni series has the potential to present for dental post and core application, and is capable of being used for further development as good quality post-and-core material.

**KEY WORDS:** POST AND CORE / DENTAL ALLOY / COPPER ALLOY /  
BASE-METAL ALLOY / BASE METAL

142 pages

การพัฒนาโลหะเจือ ทองแดง อลูมิเนียม นิกเกิล สำหรับเดือยฟันทางทันตกรรม

DEVELOPMENT OF *Cu-Al-Ni* ALLOY FOR DENTAL POST AND CORE APPLICATION

อภิวัฒน์ ฤทธาภย์ 4636656 DTDB / D

ปร.ด. (ทันตชีววัสดุศาสตร์)

คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์: จุลเทพ ขจรไชยกูล, Ph.D., สมชาย อรุณีพล, Ph.D.,  
วิษณุ กาญจนาวลิต, Ph.D., กัลยา ศุภุทธมมงคล, Ph.D.

#### บทคัดย่อ

โดยทั่วไปแล้วโลหะที่ใช้ในการบูรณะฟันสำหรับงาน post and core ทางทันตกรรม เป็น โลหะเจือ ชนิด noble และ semi-precious ซึ่งมีคุณสมบัติที่ดีมาก แต่โลหะเหล่านี้มีราคาแพง ผู้ป่วยจึงมีโอกาสเข้าถึงการรักษาได้น้อย โลหะเจือทองแดง อลูมิเนียม นิกเกิล มีราคาที่ถูกกว่า และมีคุณสมบัติ ด้านทานการกร่อนได้เป็นอย่างดี ด้วยเหตุนี้จึงเหมาะสมในการนำมาเป็นต้นแบบในการพัฒนาเป็นโลหะเจือชนิด base-metal เพื่อใช้งานชนิดนี้ซึ่งจะทำให้ผู้ป่วยได้มีโอกาสเข้าถึงการรักษามากขึ้น

โลหะเจือทองแดง อลูมิเนียม นิกเกิล จำนวน 16 กลุ่ม ถูกหลอมตามกระบวนการทางโลหะวิทยา โดยมี สัดส่วนโดยน้ำหนัก ของ อลูมิเนียม 0, 3, 6, 9 % นิกเกิล 0, 2, 4, 6 % และทองแดงเป็นสัดส่วนสมดุล แล้วทำการทดสอบและประเมินคุณสมบัติของโลหะเจือทองแดงนี้ ตามที่ระบุใน ISO International Standard ที่เกี่ยวข้อง

ผลจากการทดสอบแล้วทำการประเมินพบว่าในกลุ่มที่มีสัดส่วนนิกเกิล 6 % มีความเป็นพิษสูงที่สุด กลุ่มที่มีสัดส่วนอลูมิเนียม 12 % มี brittleness สูงมาก ในขณะที่มี castability ต่ำ เช่นเดียวกับกลุ่มของอลูมิเนียม 6 % ทำให้ modulus ต่ำมากไม่สามารถต้านทานกับแรงภายในช่องปากได้ ส่วนกลุ่มที่ไม่มีสัดส่วนของนิกเกิลอยู่เลยพบว่า tensile strength และ elongation ต่ำเกินไป ไม่เหมาะสมที่จะใช้สำหรับวัสดุประสงคนี้

กลุ่มที่มีสัดส่วนอลูมิเนียม 9 % โดยมีนิกเกิล 2 % และ 4 % เป็นองค์ประกอบ มีค่า modulus อยู่ระหว่าง  $63.9 \pm 5.1$  กับ  $139.1 \pm 14.2$  GPa เทียบเท่ากับสมบัติของโลหะเจือทอง และมี ความต้านทานการกัดกร่อน สูงกว่ากลุ่มอื่นๆ อีกทั้งค่า 0.2 % proof strength มีค่าอยู่ระหว่าง  $180.4 \pm 5.8$  กับ  $198.2 \pm 3.4$  MPa สอดคล้องกับค่ามาตรฐานของ ISO ซึ่งกำหนดให้ต้องมีค่าอย่างน้อย 180 MPa

ดังนั้นโดยสรุป กลุ่มโลหะเจือทองแดง อลูมิเนียม 9 % ที่มี นิกเกิล สัดส่วน 2 % และ 4 % เป็นองค์ประกอบมีสมบัติเหมาะสมในการนำไปใช้บูรณะฟัน สำหรับงาน post and core ทางทันตกรรม และมีศักยภาพในการที่จะนำไปพัฒนาเป็นวัสดุทันตกรรมที่คุณภาพต่อไป