

บทสรุปผู้บริการ

ชื่อแผนงานวิจัย

การขึ้นรูป และปรับปรุงวัสดุฝังในชนิดโลหะผสมไทเทเนียม เพื่อเพิ่มสมบัติเชิงวิศวกรรม และการเข้ากันได้ทางชีวภาพ

Fabrication and modification of titanium alloy implant for improving engineering properties and biocompatibility

ชื่อโครงการวิจัยกรณีมีโครงการวิจัยภายใต้แผน

1. การพัฒนาวัสดุ Gum Metal สำหรับประยุกต์ใช้งานทางการแพทย์
Development of “Gum Metal” for biomedical applications
2. การขึ้นรูปขดลวดค้ำยันสำหรับรักษาโรคหลอดเลือดแดงโคโรนารีตีบ
Fabrication of stent using in Coronary thrombosis treatment

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัย ประจำปี 2557 จำนวนเงิน 2,318,000 บาท

ระยะเวลาทำการวิจัย 1 ปี เริ่มทำการวิจัยเมื่อ 31 ตุลาคม 2556

รายละเอียดงานวิจัย

ประเทศไทยในปัจจุบันได้มีการพัฒนาเทคโนโลยีในหลายๆด้านอย่างต่อเนื่องพร้อมๆ กับการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของประเทศ แต่ในทางกลับกันจากข้อมูลสถิติของกรมข้อมูลข่าวสารสุขภาพ สำนักนโยบายและยุทธศาสตร์ กระทรวงสาธารณสุข ในปี 2544 – 2548 พบว่าสาเหตุการตายของประชาชนจากโรคภัยไข้เจ็บกลับมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แม้ว่าการพัฒนาของประเทศทางด้านเทคโนโลยีจะก้าวหน้าไปมากก็ตาม จากสภาวะการณดังกล่าวส่งผลให้เกิดการปฏิรูปด้านสาธารณสุขและระบบสุขภาพของประเทศ รวมไปถึงการพัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางการแพทย์ โดยการพัฒนาเทคโนโลยีสาขาหนึ่งที่จำเป็นและเร่งด่วนอย่างมาก คือ การพัฒนาด้านวัสดุ เครื่องมือ และอุปกรณ์ทางการแพทย์ เพื่อใช้ในการรองรับระบบสาธารณสุข และการแพทย์ของประเทศ โดยวัสดุเครื่องมือ และอุปกรณ์ทางการแพทย์ยังไม่พัฒนาเท่าที่ควร รวมทั้งการขาดความเชื่อถือในคุณภาพของสินค้าที่ผลิตในประเทศ จึงทำให้ต้องมีการนำเข้าวัสดุ อุปกรณ์ทางการแพทย์จากต่างประเทศแต่ละปีในมูลค่าสูงมาก จากรายงานของศูนย์เทคโนโลยีและวัสดุแห่งชาติ ระบุว่าในปี พ.ศ. 2546 ประเทศไทยมียอดการนำเข้ารวมกว่า 12,282 ล้านบาท การพัฒนาเทคโนโลยีด้านวัสดุทางการแพทย์จึง

จัดเป็นศาสตร์สาขาหนึ่งที่ต้องการการพัฒนาอย่างเร่งด่วนซึ่งส่งผลทั้งการพัฒนาระบบสาธารณสุขและระบบสุขภาพของประชาชนในประเทศให้มีสุขภาพดี อยู่ดีกินดีมากขึ้น และยังส่งผลไปยังการพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อให้เกิดการผลิตผลิตภัณฑ์วัสดุเพื่อใช้ในประเทศ เพื่อลดมูลค่าการนำเข้าวัสดุการแพทย์จากต่างประเทศอีกด้วย

งานวิจัยนี้เป็นโครงการวิจัยที่มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเทคโนโลยีทางวัสดุศาสตร์และประยุกต์ในการสร้างวัสดุชีวภาพเพื่อใช้ทางด้านทางการแพทย์ในระดับห้องปฏิบัติการ อันได้แก่ โลหะทดแทนกระดูก และ Stent โดยเน้นการทำวิจัยแบบครบวงจรตั้งแต่การวิจัยพื้นฐาน จนถึงการสร้างวัสดุทางการแพทย์ต้นแบบเพื่อเพิ่มศักยภาพทางเทคโนโลยีการแพทย์ในประเทศไทย โดยมีเป้าหมายลดการนำเข้าวัสดุประเภทดังกล่าว โดยจากปีที่ผ่านมา นั้น ทางทีมวิจัยได้สร้างผลงานดังต่อไปนี้

1. ออกแบบส่วนผสมและกระบวนการสำหรับสร้างโลหะผสมไทเทเนียมชนิดใหม่ จากองค์ประกอบ Ti, Nb, Ta, Zr และ O โดยมีจุดเด่นคือไม่มีองค์ประกอบของธาตุที่เป็นพิษ และมีสมบัติพิเศษคือมีค่าคงที่ของความยืดหยุ่น หรือ Young's modulus ที่ต่ำใกล้เคียงกระดูกมนุษย์ เพื่อลดความเสียหายหรือผลเสียที่เกิดจากการใช้งาน เช่น Stress shielding effect, การหลุดออกของสกรูฝังในหลังจากปักใช้งาน เป็นต้น
2. ได้ทำการเปรียบเทียบส่วนผสมของโลหะและกระบวนการทางความร้อน ที่มีผลต่อการเกิดสมบัติความยืดหยุ่นยิ่งยวด ความแข็งแรง การลดลงของค่าคงที่ความยืดหยุ่น และได้ส่วนผสมที่เหมาะสมกับการใช้งานเป็นวัสดุทดแทนกระดูกหรือตามกระดูก คือ โลหะผสม Ti-33Nb-2Ta-3Zr-0.5O (wt %) ที่ผ่านการรีดเย็นที่ 90% และบ่มที่อุณหภูมิ 623K ซึ่งได้ทั้งความแข็งแรงสูง ค่าคงที่ความยืดหยุ่นต่ำ และปราศจากธาตุที่มีพิษ โดยได้ทำการวิเคราะห์และทำความเข้าใจกลไกการเกิดสมบัติโดดเด่นนี้ที่ไม่สามารถพบได้ในโลหะผสมไทเทเนียมทั่วไป ซึ่งก็คือการเกิดโครงสร้างกึ่งเสถียร ที่ไม่เกิดการเปลี่ยนรูปร่างด้วยกลไกของการไถลของโครงสร้างผลึกแบบปรกติ แต่เกิดการต่อต้านการไถลโดยกลไกของออกซิเจนที่เพิ่มเข้าไปแทรก และ Dislocation จำนวนมากที่ได้จากการรีดเย็น ทำให้ได้สมบัติพิเศษเหล่านี้
3. ได้ทำการออกแบบเครื่องสแกนวัสดุค้ำยันหลอดเลือด หรือ Stent จากลวดโลหะผสมจำรูป เพื่อสร้างและประเมินสมบัติของขดลวดค้ำยันสำหรับรักษาโรคหลอดเลือดตีบตัน ประเภทที่สามารถขยายตัวเองได้เมื่อเข้าไปในร่างกาย โดยไม่จำเป็นต้องใช้บอลูน โดยงานที่ทำนั้น เป็น

การเตรียมลวดโลหะผสมจำรูป NiTi ชนิดความยืดหยุ่นยิ่งยวดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.2 มม. และ 0.08 มม จำนวน 18 เส้น 36 เส้น 48 เส้น และ 72 เส้น มาสานให้ได้ขนาดต่างๆและผ่านการอบจำรูปที่เงื่อนไขต่างๆ แล้วทำการทดสอบ ให้ได้ชุดลวดค้ำยันที่สามารถแสดงสมบัติยืดหยุ่นยิ่งยวดที่ดีในอุณหภูมิร่างกาย และได้แรงคืนตัวและความสามารถในการต้านแรงบิดแรงดัด ตามมาตรฐาน AISI ที่มีการกำหนดไว้ในสากล โดยในปีที่ 1 ได้ออกแบบและสั่งสร้างเครื่องสำเร็จ และได้นำเอาแบบต่างๆของชุดลวดค้ำยันทดสอบในการจำลองด้วยคอมพิวเตอร์ และออกแบบชุดทดสอบสมบัติต่างๆเป็นที่เรียบร้อยแล้ว

โดยในปีที่สองนั้นแผนการดำเนินการระยะสั้นและเป้าหมายจะประกอบไปด้วยส่วนต่างๆดังนี้

1. นำเอาโลหะผสมที่คิดค้นวิจัยได้ในปีแรกนั้นมาทดสอบสมบัติทางชีวภาพ ประกอบไปด้วยความเข้ากันได้ทางชีวภาพ ความสามารถในการรับโปรตีน เพื่อให้มั่นใจว่าไม่มีอันตรายในการใช้งาน หลังจากนั้น จะดำเนินการออกแบบต้นแบบวัสดุฝังในประเภทแผ่นตามกระดูกและสกรู และขึ้นรูป และนำไปทดสอบประสิทธิภาพในการใช้งานจริง เช่น pull our strength, Bending stress และการทดสอบอื่นๆตามมาตรฐาน เป็นต้น และทำการติดต่อไปที่แพทย์ผู้ใช้งานเพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้งาน และดำเนินการทดสอบในสัตว์ เพื่อนำผลมาหารือกับแพทย์ต่อไป โดยเป้าหมายระยะยาวนั้น จะดำเนินการทำต้นแบบระดับห้องปฏิบัติการ ศึกษาข้อมูลในการต่อยอดเชิงพาณิชย์ การขอมาตรฐานของวัสดุการแพทย์ เพื่อสร้างนวัตกรรมในประเทศ และส่งเสริมให้นักลงทุนชาวไทยได้สนใจในด้านของการผลิตวัสดุการแพทย์ต่อไป
2. ในส่วนของชุดลวดค้ำยันนั้น ในปีที่สอง จะนำเอาวัสดุลวด NiTi จำนวน 2 ขนาด มาปรับสมบัติให้มีอุณหภูมิการคืนรูปที่ต่ำกว่าอุณหภูมิร่างกาย โดยกระบวนการทางความร้อน เพื่อให้ได้สมบัติความยืดหยุ่นยิ่งยวด และนำลวดที่ได้มาขดตามแบบโดยเครื่องมือที่ได้สร้างไว้ในปีที่ 1 โดยพารามิเตอร์ที่ศึกษาคือ ขนาดของลวดที่ใช้สาน ขนาดของชุดลวดค้ำยันที่ออกแบบ จำนวนเส้นลวดที่ใช้ เมื่อได้ตัวอย่างของชุดลวดค้ำยันแล้ว ก็จะนำมาทดสอบสมบัติทางกล ได้แก่ ความสามารถในการต้านแรงดัด ความสามารถในการต้านแรงบิด ความสามารถในการต้านการขดงอ ความสามารถในการคืนตัว แรงในการคืนตัว สมบัติทางชีวภาพ ความสามารถในการยึดเกาะติดของโปรตีน แล้วนำเอาผลทั้งหมดที่ได้มาหาเงื่อนไขที่เหมาะสมกับการนำไปใช้งาน

หลังจากนั้น จะนำเข้าปรึกษาแพทย์เฉพาะทางหัวใจ และสมอง เพื่อหารือเรื่องความเป็นไปได้ ในการนำไปใช้งาน และหารือเรื่องการทดสอบแบบ In vivo นอกจากนี้จะได้ศึกษาถึง รายละเอียดการนำไปต่อยอดในเชิงพาณิชย์อีกด้วย สุดท้ายจะนำเอาองค์ความรู้ที่ได้ไปต่อยอด เรื่องการผลิตอุปกรณ์อุดรอยรั่วหัวใจ (Occluder) ซึ่งใช้กระบวนการเดียวกันในการผลิต

ผลงานวิจัยในครั้งนี้ นอกจากจะเป็นงานวิจัยใหม่ที่เป็นนวัตกรรม และมีความผสมผสานระหว่าง ความรู้ทางวิศวกรรมและทางการแพทย์แล้ว ยังสามารถนำมาสนับสนุนการใช้วัสดุฉลาดสำหรับการใช้งานทาง การแพทย์เพื่อให้เกิดความมั่นใจในประสิทธิภาพและความปลอดภัยอีกด้วย นอกจากนี้ สามารถต่อยอดเพื่อ ประยุกต์ใช้ในงานด้านอื่นๆอีก เช่น เซ็นเซอร์ ไมโครแอกชูเอเตอร์ เป็นต้น และยังเป็นการสร้างแรงจูงใจให้ ภาคเอกชนที่มีความสนใจนำความรู้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์เชิงพาณิชย์ และสามารถลดปริมาณการนำเข้าวัสดุ อุปกรณ์ทางการแพทย์จากต่างประเทศที่มีราคาแพงลงอีกด้วย

สรุปงานวิจัยโครงการย่อยที่ 1 การพัฒนาวัสดุ Gum Metal สำหรับประยุกต์ใช้งานทางการแพทย์ Development of “Gum Metal” for biomedical applications

วัสดุทางการแพทย์สำหรับรักษาโรคกระดูกงอกโลหะผสมในปัจจุบันนี้มีข้อจำกัดในเรื่องของ มอดูลัสความยืดหยุ่นที่มากกว่ากระดูกจริงของมนุษย์ มีความแข็งแรงไม่เพียงพอ อีกทั้งยังมีส่วนประกอบที่เป็น พิษต่อร่างกาย โดยงานวิจัยนี้จะทำการศึกษาตัวแปรที่ใช้ในการสร้างโลหะผสมไทเทเนียมที่มีส่วนประกอบของ ไนโอเบียม, แทนทาลัม, เซอร์โคเนียม และออกซิเจนสำหรับประยุกต์ใช้งานทางการแพทย์ หรือที่มีชื่อเรียกว่า “กัมเมทัล” อันได้แก่การศึกษาอิทธิพลของการรีดเย็น อิทธิพลของส่วนประกอบออกซิเจน และเซอร์โคเนียม ตลอดจนอุณหภูมิที่ใช้ในกระบวนการบ่มที่มีต่อสมบัติของโลหะกัมเมทัล โดยเริ่มจากกระบวนการหลอมขึ้นงาน ด้วยวิธี Arc Melting โดยจะทำการกำหนดส่วนผสมทางเคมีที่ Ti-(30, 33)Nb-2Ta-(1-5)Zr-(0.3-0.7)O (wt%) จากนั้นจะทำ Homogenization ที่อุณหภูมิ 1,473K เป็นเวลา 60 นาที ทำการรีดเย็นที่ 30% ถึง 90% และ บ่มที่อุณหภูมิ 523K, 623K และ 723K เป็นเวลา 10 นาที ซึ่งชิ้นงานที่สร้างขึ้นนั้นจะถูกทำการตรวจสอบ ส่วนประกอบทางเคมี และโครงสร้างผลึก ทดสอบสมบัติทางกล ความต้านทานการกัดกร่อน ตลอดจนความ เป็นพิษต่อเนื้อเยื่อของวัสดุที่สร้างขึ้น เพื่อทำการศึกษาอิทธิพลของตัวแปรที่มีผลต่อสมบัติของวัสดุ จากผลการ ตรวจสอบด้วย X-Ray Diffraction (XRD) พบว่าโลหะกัมเมทัลที่สร้างขึ้นนั้นมีโครงสร้างเป็นแบบ Body Centered Cubic (BCC) และจากการทดสอบ Tensile Test ที่อุณหภูมิห้องพบว่าวัสดุจะเกิดการเปลี่ยนแปลง โครงสร้างผลึกแบบ Stress-induced Martensite เมื่อได้รับความเค้น และพบว่าอิทธิพลของปริมาณ ออกซิเจน และเซอร์โคเนียมนั้นมีผลต่อสมบัติทางกลของวัสดุทั้งก่อน และหลังการบ่ม นอกจากนี้ยังพบว่า การบ่มนั้นจะทำให้เกิดตะกอนขึ้นภายในโครงสร้างผลึกซึ่งมีผลต่อสมบัติทางกลของชิ้นงาน โดยเงื่อนไขที่ เหมาะสมที่สุดสำหรับการบ่มคือที่อุณหภูมิ 623K เป็นเวลา 10 นาที ซึ่งชิ้นงานที่มีส่วนประกอบทางเคมี Ti-33Nb-2Ta-3Zr-0.7O (wt %) ก่อนทำการบ่ม และ Ti-33Nb-2Ta-3Zr-0.5O (wt %) ที่ผ่านการบ่มที่ 623K

เป็นเวลา 10 นาทีนั้นมีความเหมาะสมแก่การนำไปประยุกต์ใช้งานทางการแพทย์มากที่สุด โดยชิ้นงานทั้งสองนั้นมีค่า Tensile Strength สูงกว่า 1,400 MPa, Yield Strength สูงกว่า 1,200 MPa และ Elastic Modulus ไม่เกิน 42 GPa ซึ่งใกล้เคียงกับกระดูกจริงของมนุษย์ และเมื่อเปรียบเทียบกับสมบัติของวัสดุที่ใช้งานในเชิงพาณิชย์ในปัจจุบันได้แก่เหล็กกล้าไร้สนิมเกรด SUS316L และโลหะผสมไทเทเนียม Ti-6Al-4V แล้วพบว่าโลหะกัมเมทัลที่ผลิตได้นั้นมีความแข็งแรงสูงกว่า อีกทั้งยังมีความยืดหยุ่นที่ใกล้เคียงกับกระดูกจริงของมนุษย์มากกว่าอีกด้วย

สรุปงานวิจัยโครงการย่อยที่ 2 การขึ้นรูปขดลวดค้ำยันสำหรับรักษาโรคหลอดเลือดแดงโคโรนารีตีบ

Fabrication of stent using in Coronary thrombosis treatment

โรคหลอดเลือดหัวใจตีบนั้นเป็นหนึ่งในสาเหตุการเสียชีวิตของคนในประเทศไทยอันดับต้น ๆ ซึ่งเกิดจากการที่ไขมันไปฝังตัวในผนังหลอดเลือดกีดขวางการไหลเวียนของเลือดทำให้กล้ามเนื้อหัวใจได้รับสารอาหารและออกซิเจนไม่เพียงพอ ซึ่งวิธีในการรักษาที่นิยมในปัจจุบันคือการใช้สายสวนหัวใจโดยสอดขดลวดค้ำยันร่วมด้วยเพื่อขยายหลอดเลือดที่ตีบตันนั้น ซึ่งขดลวดค้ำยันในปัจจุบันต้องนำเข้าจากต่างประเทศและมีราคาสูงมาก ดังนั้นการผลิตสร้างขดลวดค้ำยันภายในประเทศจึงเป็นอีกหนึ่งทางเลือก ซึ่งงานวิจัยนี้จะมุ่งเน้นทำการออกแบบและผลิตขดลวดค้ำยันจากโลหะผสมจำรูปนิกเกิลไทเทเนียมด้วยกระบวนการสาน ซึ่งจะทำการศึกษาตัวแปรที่มีผลกระทบต่อสมบัติเชิงกลได้แก่ จำนวนเส้นลวดที่ใช้ ขนาดของเส้นลวด และมุมที่ใช้ในการสาน

โดยในปีที่ผ่านมา นั้น ได้ออกแบบเครื่องสำหรับสานลวดโลหะผสมจำรูป และทำการสั่งซื้อโลหะผสมจำรูป หลังจากที่ได้ทำการทดสอบสมบัติทางการจำรูปและสมบัติทางกลเป็นที่เรียบร้อยแล้ว โดยได้วางเป้าหมายเพื่อสามารถผลิตขดลวดค้ำยันชนิด Self-Expandable ใช้เองได้ใน 2 ส่วนหลักๆคือ หัวใจ และสมอง นอกจากนี้ ได้ออกแบบอุปกรณ์ทดสอบขดลวดค้ำยัน เพื่อให้สามารถเป็นไปตามมาตรฐานการทดสอบที่ถูกรับรองโดย ASTM โดยมีการออกแบบอุปกรณ์ทดสอบแรงดันกลับ อุปกรณ์ทดสอบแรงดัดโค้ง อุปกรณ์ทดสอบความสามารถในการดัดงอ เป็นต้น โดยในปีต่อไปก็จะเริ่มดำเนินการสร้างขดลวดค้ำยัน และทำการทดสอบสมบัติเพื่อให้เหมาะสมต่อการนำไปใช้งานจริงต่อไป นอกจากนี้ ยังได้กำหนดให้มีการทดสอบการใช้งานในสัตว์ เพื่อให้มั่นใจได้ถึงคุณภาพและประสิทธิภาพของการนำไปใช้งาน ก่อนที่แพทย์จะนำไปทดสอบกับคนไข้ต่อไป