การพัฒนาการใช้เทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติ เพื่อแก้ไขความทุพพลภาพจากปัญหากระดูกและข้อของกำลังพลกองทัพบก

เอกสารวิจัยส่วนบุคคล

โดย

พันเอก สุริยา ลือนาม

หัวหน้าภาควิชา ศัลยศาสตร์ออร์โธปิดิกส์

วิทยาลัยแพทยศาสตร์พระมงกุฎเกล้า

วิทยาลัยการทัพบก

กันยายน 2565

เอกสารวิจัยเรื่อง การพัฒนาการใช้เทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติเพื่อแก้ไขความทุพพลภาพจากปัญหากระดูกและข้อของกำลังพลกองทัพบก

โดย พันเอก สุริยา ลือนาม

อาจารย์ที่ปรึกษา พันเอกหญิง รัชนินาฏ ถนอมสิน

วิทยาลัยการทัพบก อนุมัติให้เอกสารวิจัยส่วนบุคคลฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรหลักประจำ วิทยาลัยการทัพบก ปีการศึกษา 2565 และเห็นชอบให้เป็นเอกสารวิจัยส่วนบุคคลที่อยู่ในเกณฑ์ระดับ **ดีมาก**

พลตรี **ผู้บัญชาการวิทยาลัยการทัพบก**

(วิชาติ เอี่ยมไพจิตร์)

คณะกรรมการควบคุมเอกสารวิจัยส่วนบุคคล

พันเอก **ประธานกรรมการ**

(พิชชญาณ พวงทอง)

ผู้ทรงคุณวุฒิที่ปรึกษา

(เชษฐา พันธ์เครือบุตร)

พันเอก **กรรมการ**

(สุเทพ ยั่งยืน)

พันเอกหญิง **กรรมการ**

(รัชนินาฏ ถนอมสิน)

บทคัดย่อ

ผู้วิจัย พันเอก สุริยา ลือนาม

เรื่อง การพัฒนาการใช้เทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติเพื่อแก้ไขความทุพพลภาพจากปัญหากระดูกและข้อของกำลังพลกองทัพบก

วันที่ กันยายน 2565 **จำนวนคำ :** 9,080 **จำนวนหน้า :** 29

คำสำคัญ เทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติ, ความทุพพลภาพ, ปัญหากระดูกและข้อ, กำลังพลกองทัพบก

ชั้นความลับ ไม่มีชั้นความลับ

ความพร้อมด้านสุขภาพและขวัญกำลังใจของกำลังพล ถือเป็นปัจจัยที่สำคัญยิ่งต่อประสิทธิภาพในการปฏิบัติงาน เพื่อให้บรรลุตามยุทธศาสตร์ของกองทัพบกที่กำหนดไว้ เทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้ เพื่อแก้ไขความทุพพลภาพจากปัญหากระดูกและข้อในกำลังพลกองทัพบก งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษารูปแบบการใช้งานในปัจจุบัน ประสิทธิผลของการรักษาและผลข้างเคียงที่เกิดขึ้น ปัญหาและอุปสรรคด้านการผลิต แนวทางในการบริหารและแนวทางการพัฒนา เพื่อต่อยอดการใช้เทคโนโลยีดังกล่าว โดยใช้การศึกษาเชิงคุณภาพ จากการใช้ข้อมูลในเอกสารที่เกี่ยวข้องและจากการสัมภาษณ์กลุ่มผู้เชี่ยวชาญเทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติทางด้านการแพทย์ และแพทย์เฉพาะทางด้านกระดูกและข้อ ในโรงพยาบาลสังกัดหน่วยส่วนกลางและโรงพยาบาลกองทัพภาค ผลการศึกษาพบว่า เทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติได้ถูกนำมาใช้แก้ไขความทุพพลภาพในหลายรูปแบบอย่างครอบคลุมและได้รับการตีพิมพ์ในบทความที่เป็นสากล โดยมีประสิทธิภาพของการรักษาเป็นที่น่าพอใจและมีผลข้างเคียงน้อย แต่ยังมีปัญหาในการดำเนินงานด้านทรัพยากรและการจัดการที่เป็นอุปสรรคสำคัญ จากการวิเคราะห์ทางเลือกยุทธศาสตร์ ผู้วิจัยได้นำเสนอแนวทางการบริหารเชิงรุก โดยการจัดตั้งศูนย์การพิมพ์สามมิติโรงพยาบาลพระมงกุฎเกล้าขึ้น เพื่อเป็นศูนย์กลางในการให้บริการกำลังพลจากทั่วประเทศ เป็นศูนย์กลางในการให้ความรู้ การศึกษาวิจัย และเป็นต้นแบบในการจัดตั้งศูนย์การพิมพ์สามมิติสำหรับโรงพยาบาลอื่นๆของกองทัพบกต่อไป แนวทางการพัฒนาต่อยอดควรใช้หลักการบริหารซึ่งมีการกำหนดนโยบาย กรอบการดำเนินงาน และเป้าหมายอีกทั้งมีตัวชี้วัด เพื่อให้การขับเคลื่อนการสร้างนวัตกรรมมีความชัดเจน และนำไปสู่การใช้งานอย่างมีประสิทธิภาพ ต่อเนื่องและยั่งยืนในอนาคต

ABSTRACT

AUTHOR : Colonel Suriya Luenam

TITLE : Development of 3D printing technology to address orthopedic disabilities of the Army Corps

DATE : September 2022 **WORD COUNT :** 9,080 **PAGE :** 29

KEY TERMS : 3D printing technology, Disabilities, Orthopedic, Army Corps

CLASSIFICATION : Unclassified

Good physical and mental health of personnel is essential for maximizing operational efficiency to achieve the Army's established strategy. The 3D printing technology has been developed to address orthopedic disabilities in Army personnel. This study investigated the usage patterns, problems and obstacles in production, effectiveness, complications, management guidelines and further development strategy of such technology. Qualitative analysis of the relevant documents and the interviewing data from medical 3D printing experts and orthopedic surgeons in central affiliated army hospitals and army area hospitals was conducted. The results of the study demonstrated that 3D printing technology has been used in treatment of personnel with disabilities effectively and comprehensively. The satisfactory outcomes with low complications were revealed. The main barriers are the lack of resource and inadequate management system. Based on the strategic analysis, the author proposed the proactive strategy by establishing a 3D printing center at Phramongkutklao hospital to provide the service to Army personnel, assist in research and transfer knowledge to the other army hospitals. This center will be a prototype for launching other centers in the army area hospitals. The guideline of further development should rely primarily on the management strategy with definite policies, operational goals, and indicators leading to the effective continuous and sustainable use of 3d printing technology in the future.

กิตติกรรมประกาศ

เอกสารวิจัยส่วนบุคคล เรื่อง การพัฒนาการใช้เทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติเพื่อแก้ไขความทุพพลภาพจากปัญหากระดูกและข้อของกำลังพลกองทัพบกฉบับนี้ สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความกรุณา และความช่วยเหลือเป็นอย่างดีจาก คณะกรรมการควบคุมเอกสารวิจัย ส่วนบุคคลทุกท่าน พันเอกหญิง รัชนินาฏ ถนอมสิน อาจารย์ที่ปรึกษา และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดอกเตอร์ เชษฐา พันธ์เครือบุตร ผู้ทรงคุณวุฒิและที่ปรึกษา ที่กรุณาให้คำแนะนำและคำปรึกษาในการเตรียม เก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ผล แก้ไขข้อบกพร่องในการทำเอกสารวิจัย ให้แนวคิดที่เป็นประโยชน์ในการจัดทำเอกสารวิจัยส่วนบุคคล รวมถึงตรวจสอบต้นฉบับอย่างละเอียด จนทำให้งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงและเสร็จสมบูรณ์

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้เชี่ยวชาญเทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติทางด้านการแพทย์ และแพทย์เฉพาะทางด้านกระดูกและข้อ ในโรงพยาบาลสังกัดหน่วยส่วนกลางและโรงพยาบาลกองทัพภาคผู้เชี่ยวชาญเทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติทางด้านการแพทย์ และแพทย์เฉพาะทางด้านกระดูกและข้อ ในโรงพยาบาลสังกัดหน่วยส่วนกลางและโรงพยาบาลกองทัพภาค ที่ร่วมให้ข้อมูลและร่วมมือในการสัมภาษณ์เป็นอย่างดี

ขอขอบคุณครอบครัวที่เป็นกำลังใจ รวมทั้งให้การสนับสนุนในการทำวิจัยฉบับนี้ ให้สำเร็จสมบูรณ์ได้สมตามความมุ่งหวัง ความดีอันเกิดจากผลงานการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยขอมอบให้ผู้ที่มีส่วนร่วมในงานวิจัยดังกล่าวข้างต้นทุกท่านด้วยความเคารพรัก ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าเอกสารวิจัยฉบับนี้จะมีคุณค่าต่อวิทยาลัยการทัพบกและกรมแพทย์ทหารบก รวมถึงผู้ที่สนใจทั่วไปที่ต้องการศึกษาข้อมูลและนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป

สารบัญ

	หน้า
บทที่ 1 บทนำ	
ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
วัตถุประสงค์การวิจัย	3
กรอบแนวคิดการวิจัย	5
วิธีการศึกษา	6
ประโยชน์ที่ได้รับ	6
บทที่ 2 บทวิเคราะห์	
รูปแบบ ประสิทธิผลของการรักษาและผลข้างเคียงที่เกิดขึ้น	8
ปัญหาและอุปสรรคของการใช้เทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติ	
แนวทางการบริหารเพื่อให้การใช้เทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติ	15
ในการแก้ปัญหากระดูกและข้อของกำลังพลกองทัพบก	
แนวทางการพัฒนาต่อยอดการสร้างนวัตกรรมและสิ่งประดิษฐ์ใหม่	20
จากเทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติในอนาคต	
บทที่ 3 บทอภิปรายผล	22
บทที่ 4 บทสรุป	28
เอกสารอ้างอิง	
ประวัติผู้วิจัย	

บทที่ 1

บทนำ

ที่มาและความสำคัญของปัญหา

กองทัพบกเป็นหน่วยงานราชการที่เกี่ยวข้องกับความมั่นคงของชาติ มีภาระหน้าที่ และความรับผิดชอบตามที่ได้บัญญัติไว้ในรัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย พ.ศ.2560 จากพระราชบัญญัติจัดระเบียบราชการกระทรวงกลาโหม พ.ศ.2551 มาตรา 19 ได้กำหนดให้ กองทัพบกมีหน้าที่เตรียมกำลังพลกองทัพบก การป้องกันราชอาณาจักร และดำเนินการเกี่ยวกับการใช้กำลังกองทัพบกตามอำนาจหน้าที่ของกระทรวงกลาโหม โดยมีผู้บัญชาการทหารบกเป็นผู้บังคับบัญชารับผิดชอบ เพื่อให้กองทัพสามารถบรรลุวิสัยทัศน์และพันธกิจ “เป็นกองทัพบกที่มีศักยภาพ ทันสมัย เป็นที่เชื่อมั่นของประชาชน และเป็นหนึ่งในกองทัพบกชั้นนำของภูมิภาค” ตามยุทธศาสตร์ที่ได้กำหนดไว้[1] ซึ่งประสิทธิภาพในการปฏิบัติงานของกำลังพลที่มีความพร้อมด้านสุขภาพและขวัญกำลังใจถือเป็นปัจจัยสำคัญอย่างยิ่ง

การปฏิบัติหน้าที่ใน 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้ในช่วงปี พ.ศ. 2547-2556 มีกำลังพลกองทัพบกจำนวน 126 นาย เกิดการบาดเจ็บจนถึงขั้นทุพพลภาพ ซึ่งมีจำนวนมากที่ได้รับบาดเจ็บในบริเวณแขนและขาจากวัตถุระเบิดและกระสุนปืน นับจนถึงปัจจุบันกำลังพลที่บาดเจ็บยังคงมีมากมายในแต่ละปีเนื่องจากความรุนแรงของเหตุการณ์ความไม่สงบที่ยังคงมีอยู่อย่างต่อเนื่อง นอกจากการบาดเจ็บจากการปฏิบัติการรบทางยุทธวิธี ภาวะทุพพลภาพของกำลังพลยังอาจมีสาเหตุจากอุบัติเหตุจราจร การเล่นกีฬาและการฝึก ความผิดปกติตั้งแต่กำเนิด เนื้องอก และภาวะการเสื่อมของร่างกาย จากระบบสถิติข้อมูลของหน่วยสายแพทย์ จำนวนกำลังพลที่มีความทุพพลภาพและต้องปลดพิการในช่วงปีงบประมาณ พ.ศ. 2560-2564 มีจำนวนสูงถึง 947 ราย[2] นอกเหนือจากสถิติดังกล่าว ยังพบกำลังพลอีกจำนวนมากที่ทุพพลภาพไม่ถึงขั้นปลดพิการ แต่ไม่สามารถปฏิบัติหน้าที่ได้ตามปกติ อย่างไรก็ตามด้วยความพยายามในการพัฒนาขีดความสามารถในการรักษาพยาบาลผู้ป่วยด้านกระดูกและข้อ ที่มีความก้าวหน้าไปมากในปัจจุบัน จึงมีความเป็นไปได้ที่จะช่วยลดการสูญเสียกำลังพลอันเกิดจากความทุพพลภาพ ศักยภาพของกองทัพที่เพิ่มขึ้นในด้านนี้ ย่อมเป็นการสร้างความมั่นใจ เพิ่มขวัญและกำลังใจของกำลังพลในภาพรวม

เทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติ เป็นหนึ่งในนวัตกรรมที่มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงของโลก ที่ได้รับการกล่าวถึงมากที่สุดในช่วงหลายปีที่ผ่านมา เทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติหรือที่เรียกอีกชื่อหนึ่งว่าการผลิตแบบสะสมวัสดุ เป็นการเรียงวัสดุเป็นชั้นๆ เพื่อสร้างให้เกิดชิ้นงาน ทำให้สามารถสร้างสิ่งที่มีความซับซ้อนตามที่ผู้ออกแบบต้องการได้อย่างรวดเร็ว จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องพบว่าเทคโนโลยีนี้เกิดขึ้นตั้งแต่ในปี ค.ศ. 1984 จากจำนวนผู้ใช้งานที่เพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ แต่ต้นทุนในการผลิตกลับต่ำลง ทำให้มีการนำไปพัฒนาต่อยอดและประยุกต์ใช้ในแวดวงต่างๆ อย่างกว้างขวาง ตั้งแต่ของเล่น เครื่องประดับ รูปปั้น เฟอร์นิเจอร์ ชิ้นส่วนยานยนต์ อาหาร ไปจนถึงอาคารบ้านเรือน สิ่งก่อสร้าง อาวุธยุทโธปกรณ์ หรือแม้กระทั่งเครื่องบินและเรือดำน้ำ ข้อดีของการผลิตที่สามารถสร้างชิ้นงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ใช้สร้างต้นแบบได้อย่างรวดเร็ว มีวัสดุเหลือใช้น้อยลง ต้นทุนการผลิตลดลง ใช้เวลาลดลง ทำให้เทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติเริ่มได้รับความนิยมอย่างสูงจากทั่วโลก มีการเติบโตอย่างรวดเร็วจาก 4 เปอร์เซ็นต์ ในปี พ.ศ. 2562 เป็น 29 เปอร์เซ็นต์ ในปี พ.ศ. 2563[3] สำหรับภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้มีการคาดการณ์ว่าในอีก 5 ปีข้างหน้าจะมีอัตราการเติบโตต่อปีมากถึง 18 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งถือได้ว่าสูงที่สุดในโลก โดยประเทศไทยถือว่าเป็นประเทศที่อยู่ในกลุ่มผู้นำของภูมิภาคที่มีการนำเทคโนโลยีนี้มาใช้[4]

ในด้านการแพทย์ เทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติเป็นนวัตกรรมซึ่งถูกนำมาประยุกต์ใช้ในหลายด้าน โดยเฉพาะด้านเกี่ยวกับกระดูกและข้อ เนื่องจากสามารถสร้างโครงร่างที่เฉพาะเจาะจงสำหรับผู้ป่วยแต่ละบุคคลได้ ช่วยให้ผู้ป่วยได้รับคุณภาพในการรักษาที่ดีขึ้นเมื่อเทียบกับการรักษาแบบดั้งเดิม ในปัจจุบันองค์การอนามัยโลกได้มีการส่งเสริมให้ใช้เทคโนโลยีในการแก้ปัญหาด้านการขาดแคลนอุปกรณ์การรักษาในกลุ่มประเทศที่มีรายได้ต่ำและรายได้ปานกลาง เทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติจึงถูกนำเสนอเพื่อใช้เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าวและเพิ่มคุณภาพของการรักษา[5]

ในประเทศไทย การใช้เทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติด้านการแพทย์เริ่มเป็นที่รู้จักแพร่หลายตั้งแต่ปี พ.ศ. 2559 ภายหลังการแถลงข่าวความสำเร็จการใช้กระดูกเทียมไทเทเนียมเฉพาะบุคคล ซึ่งผลิตจากเทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติเพื่อทดแทนกระดูกฝ่ามือของนิ้วหัวแม่มือในผู้ป่วยที่กระดูกถูกทำลายจากเนื้องอก จากโครงการความร่วมมือของโรงพยาบาลพระมงกุฎเกล้า สังกัดกรมแพทย์ทหารบก ร่วมกับ ภาควิชาวิศวกรรมโลหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย[6] ซึ่งในเวลาต่อมา ได้ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับความแม่นยำในการออกแบบและความปลอดภัยในการใช้งานในมนุษย์เพิ่มเติม และมีการพัฒนาต่อยอดเพื่อใช้ในส่วนอื่นๆของร่างกาย[7,8] จากประสิทธิภาพในการรักษาที่ผ่านมา

นวัตกรรมจากเทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติมีแนวโน้มอันเป็นประโยชน์อย่างสูง สำหรับการแก้ไขภาวะทุพพลภาพของกำลังพลกองทัพบกจากภาวะด้านกระดูกและข้อที่มีความยุ่งยากในการรักษาหรือไม่สามารถรักษาได้ในอดีต นอกจากกระดูกเทียมไทเทเนียมแล้ว เทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติยังสามารถนำมาแก้ไขและป้องกันภาวะทุพพลภาพของกำลังพลในด้านอื่นๆได้อีกด้วย เช่น การสร้างกายอุปกรณ์เทียมเพื่อใช้ทดแทนชิ้นส่วนของมือ แขน หรือขาที่ขาดหายไป และการสร้างกายอุปกรณ์เสริมเพื่อพยุงส่วนของรยางค์ที่ได้รับบาดเจ็บให้เข้ารูป เป็นต้น

การส่งเสริมพัฒนาและผลักดันกลุ่มเทคโนโลยีซึ่งประเทศไทยมีศักยภาพด้านนี้อยู่แล้วนั้น นับว่าเป็นประโยชน์ในการยกระดับคุณภาพชีวิตของกำลังพล มีความสอดคล้องกับ แผนระดับที่ 1 หรือยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี ด้านความมั่นคงและด้านการพัฒนาและเสริมสร้างทรัพยากรมนุษย์ และแผนระดับที่ 2 ประกอบด้วย แผนแม่บทภายใต้ยุทธศาสตร์ชาติ (13) ประเด็น การเสริมสร้างให้คนไทยมีสุข ภาวะที่ดี แผนแม่บทภายใต้ยุทธศาสตร์ชาติ (23) ประเด็น การวิจัยและพัฒนานวัตกรรม[9] และแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 ยุทธศาสตร์ที่ 8 การพัฒนาวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี วิจัยและนวัตกรรม[10]

การศึกษารูปแบบการใช้งานในปัจจุบัน ประสิทธิผลของการรักษาและผลข้างเคียงที่เกิดขึ้น ปัญหาและอุปสรรคด้านการผลิต เวลาที่ใช้ในการผลิต งบประมาณและการนำไปใช้ประโยชน์ แนวทางในการบริหารจัดการ เพื่อเพิ่มโอกาสการใช้งาน ช่วยแก้ไขความทุพพลภาพของกำลังพล ในโรงพยาบาลหลักของกองทัพบก อันได้แก่ โรงพยาบาลสังกัดหน่วยส่วนกลางและโรงพยาบาลกองทัพภาค รวมไปถึงแนวทางการพัฒนาเพื่อต่อยอดการใช้เทคโนโลยีดังกล่าวในอนาคต จะช่วยให้การขับเคลื่อนการสร้างนวัตกรรม มีความชัดเจน และนำไปสู่การใช้งานอย่างมีประสิทธิภาพ ต่อเนื่องและยั่งยืน

วัตถุประสงค์การวิจัย

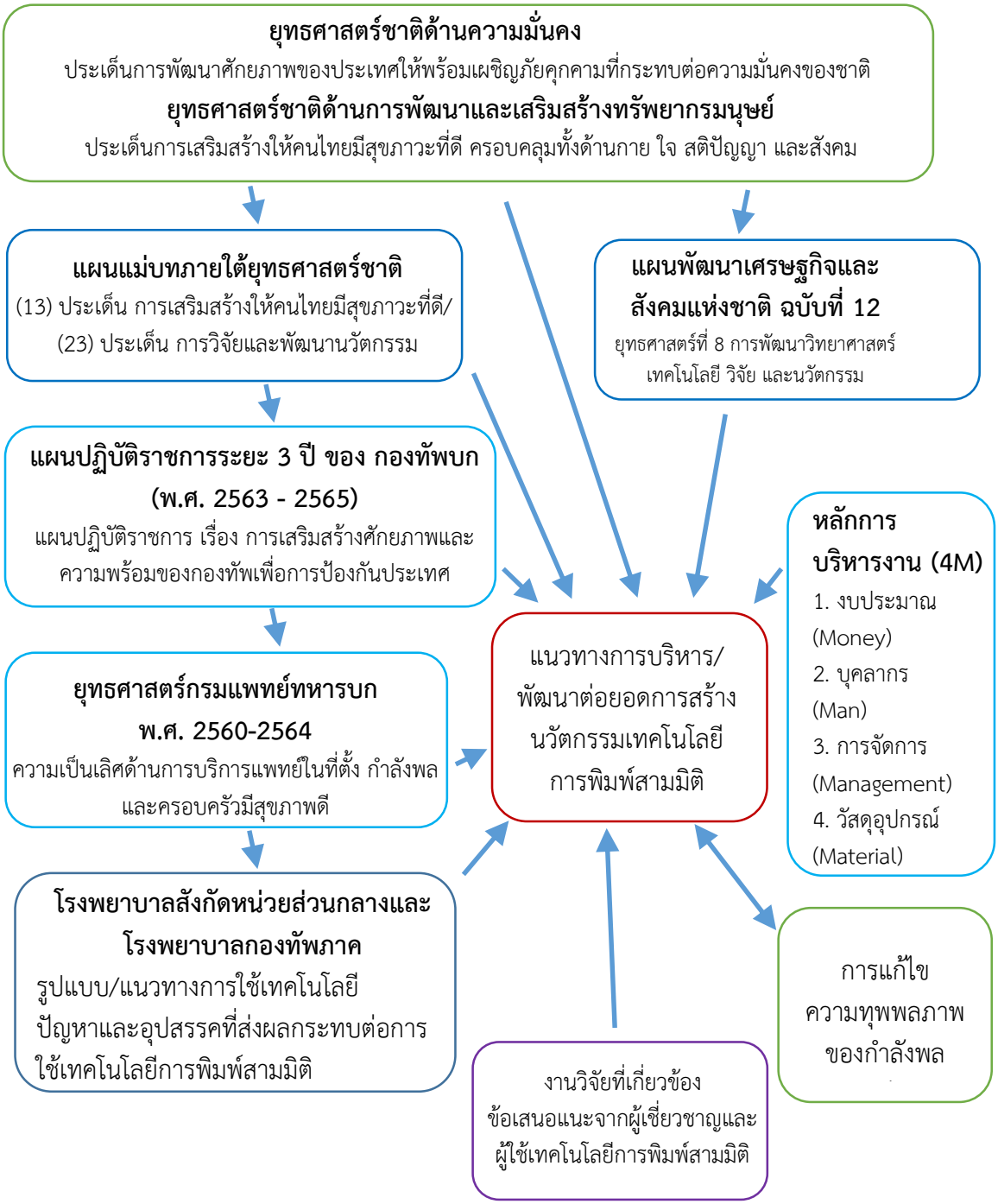
1. เพื่อศึกษารูปแบบ ประสิทธิผลของการรักษาและผลข้างเคียงที่เกิดขึ้น ปัญหาและอุปสรรคของการใช้เทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติมาช่วยแก้ไขความทุพพลภาพจากปัญหากระดูกและข้อของกำลังพลกองทัพบก ในปัจจุบัน

2. เพื่อศึกษาแนวทางการบริหารจัดการ ที่จะช่วยเพิ่มโอกาสการใช้เทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติ สำหรับแก้ไขความทุพพลภาพจากปัญหากระดูกและข้อ ในโรงพยาบาลสังกัดหน่วยส่วนกลางและโรงพยาบาลกองทัพภาค ให้มีความครอบคลุมและเกิดประโยชน์สูงสุดต่อกำลังพล

3. เพื่อเสนอแนวทางการพัฒนาต่อยอดการสร้างนวัตกรรมจากเทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติในการแก้ปัญหากระดูกและข้อ ในหน่วยสายแพทย์ของกองทัพบก ให้มีความต่อเนื่องและยั่งยืน

กรอบแนวคิดการวิจัย

ผู้วิจัยได้กำหนดกรอบแนวคิดการวิจัย (Conceptual Framework) สรุปตามแผนภาพ ดังนี้



วิธีการศึกษา

แนวทางที่ใช้ในการศึกษา การศึกษาในครั้งนี้ ใช้การวิจัยเชิงยุทธศาสตร์ (Strategic research) โดยรูปแบบการศึกษาเชิงคุณภาพ (Qualitative study)

ขอบเขตการศึกษา เป็นการศึกษาในโรงพยาบาลหลักของกองทัพบก ได้แก่ โรงพยาบาลพระมงกุฎเกล้า และโรงพยาบาลกองทัพภาค

การเก็บรวบรวมข้อมูล รวบรวมข้อมูลดังต่อไปนี้

1. ข้อมูลจากการค้นคว้าเอกสารที่เกี่ยวข้อง (Documentary Research) ซึ่งเป็นเอกสารประเภทตำรา คู่มือ งานวิจัยและบทความวิชาการ ทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศ เพื่อประกอบสร้างองค์ความรู้

2. ข้อมูลจากการสัมภาษณ์กลุ่มผู้เชี่ยวชาญเทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติทางด้านการแพทย์และแพทย์เฉพาะทางด้านกระดูกและข้อ ในโรงพยาบาลสังกัดหน่วยส่วนกลางและโรงพยาบาลกองทัพภาค ในหัวข้อ รูปแบบในการใช้งานในปัจจุบัน ประสิทธิผลของการรักษา ปัญหาและอุปสรรคในการใช้เทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติ แนวทางในการเพิ่มโอกาสการใช้งาน และแนวทางในการพัฒนานวัตกรรมหรือสิ่งประดิษฐ์ใหม่ในอนาคต

การวิเคราะห์ข้อมูล นำข้อมูลมาวิเคราะห์ ให้เห็นถึงองค์ประกอบและความสัมพันธ์โดยใช้กรอบการคิดเชิงยุทธศาสตร์ในการวิเคราะห์ข้อมูลการวิจัย

ขั้นตอนการดำเนินงาน พัฒนาโครงร่างวิจัย ในช่วงเดือนธันวาคม พ. ศ. 2564 หลังจากได้รับการอนุมัติโครงการวิจัย เริ่มเก็บรวบรวมข้อมูลในเดือนมกราคมถึงกุมภาพันธ์ พ.ศ 2565 วิเคราะห์ข้อมูลในเดือนมีนาคม พ.ศ 2565 นำข้อมูลที่วิเคราะห์มาสรุปและอภิปรายผลในเดือนเมษายน พ.ศ 2565 จัดทำรายงานวิจัยและรูปเล่มวิจัย พร้อมนำเสนองานวิจัยในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2565

ประโยชน์ที่ได้รับ

1. ทำให้ทราบถึงรูปแบบ ประสิทธิผลของการรักษาและผลข้างเคียงที่เกิดขึ้น ปัญหาและอุปสรรคของการใช้เทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติมาช่วยแก้ไขความทุพพลภาพจากปัญหากระดูกและข้อของกำลังพลกองทัพบกในปัจจุบัน

2. ทำให้ทราบถึงแนวทางการบริหารจัดการเกี่ยวกับการนำเทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติมาช่วยแก้ปัญหากระดูกและข้อของกำลังพลกองทัพบก ให้เป็นไปอย่างครอบคลุมและเกิดประโยชน์สูงสุดต่อกองทัพ

3. มีแนวทางการพัฒนาต่อยอดการสร้างนวัตกรรมและสิ่งประดิษฐ์ใหม่จากเทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติมาช่วยแก้ปัญหาปัญหากระดูกและข้อในหน่วยสายแพทย์ของกองทัพบกในอนาคตให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ต่อเนื่องและยั่งยืน

บทที่ 2

บทวิเคราะห์

จากข้อมูลจากการค้นคว้าเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและการสัมภาษณ์กลุ่มผู้เชี่ยวชาญเทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติทางด้านการแพทย์ และแพทย์เฉพาะทางด้านกระดูกและข้อ ในโรงพยาบาลสังกัดหน่วยส่วนกลาง ประกอบด้วย โรงพยาบาลพระมงกุฎเกลา โรงพยาบาลอานันทมหิดล โรงพยาบาลค่ายสุรนารี และโรงพยาบาลกองทัพภาค ซึ่งประกอบด้วย โรงพยาบาลค่ายสมเด็จพระนเรศวรมหาราช โรงพยาบาลค่ายวชิราวุธ มีผลการศึกษาดังนี้

รูปแบบ ประสิทธิผลของการรักษาและผลข้างเคียงที่เกิดขึ้น ปัญหาและอุปสรรคของการใช้เทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติในการแก้ไขความทุพพลภาพจากปัญหากระดูกและข้อของกำลังพลกองทัพบก ในปัจจุบัน

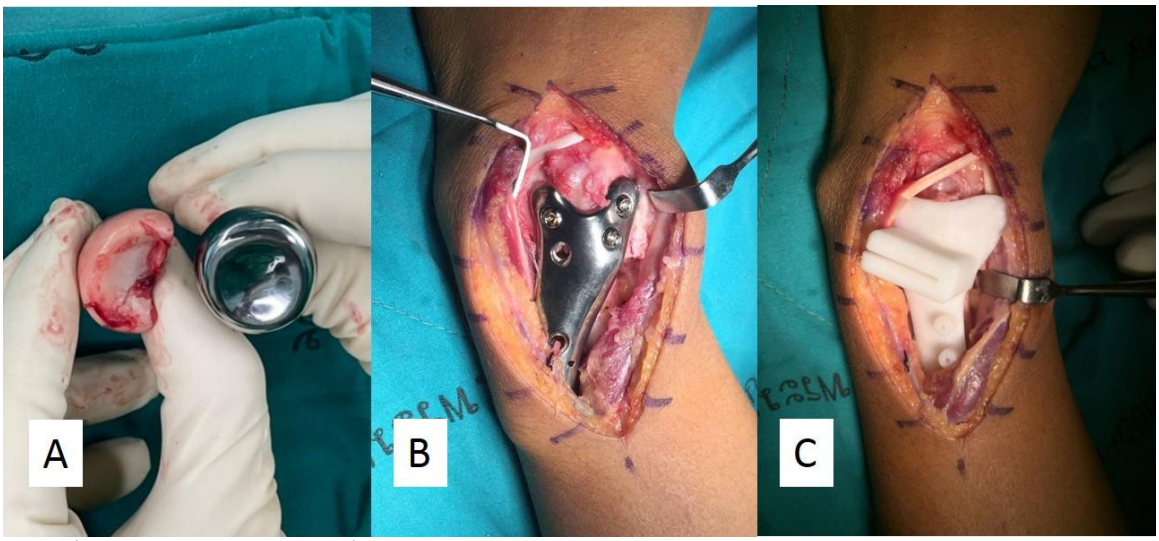
รูปแบบการใช้เทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติ

รูปแบบการใช้เทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติในการแก้ไขความทุพพลภาพของกำลังพลกองทัพบก แบ่งแยกออกเป็น 3 ประเภท[7,8,11-14] คือ

1) อุปกรณ์การรักษาที่ใช้ภายในร่างกาย ซึ่งแบ่งย่อยได้เป็น ชนิดที่ฝังไว้ภายในร่างกายและชนิดที่ใช้ภายในร่างกายชั่วคราว (ภาพที่ 1)
    1.1) ชนิดที่ฝังไว้ภายในร่างกาย
        - กระดูกเทียมไทเทเนียมเฉพาะบุคคลที่ออกแบบให้เข้ากับสรีระของผู้ป่วย
        - แผ่นโลหะยึดตรึงกระดูก

    1.2) ชนิดที่ใช้ภายในร่างกายชั่วคราว
        - อุปกรณ์นำแนวเฉพาะบุคคล (Patient-specific guides) สำหรับเล็งตำแหน่งหรือตัดแต่งกระดูกในขณะผ่าตัด
2) อุปกรณ์การรักษาที่ใช้ภายนอกร่างกาย (ภาพที่ 2)
    - กายอุปกรณ์เสริมเพื่อพยุงส่วนของรยางค์
    - กายอุปกรณ์เทียมเพื่อใช้ทดแทนชิ้นส่วนของมือ แขน หรือขาที่ขาดหายไป
    - แบบจำลองกระดูกสามมิติ
3) เครื่องมือแพทย์/เครื่องมือที่นำมาใช้ผ่าตัด (ภาพที่ 3)

- แบบจำลองต้นแบบของนวัตกรรมเครื่องมือแพทย์
- เครื่องมือแพทย์/เครื่องมือที่นำมาใช้ผ่าตัด



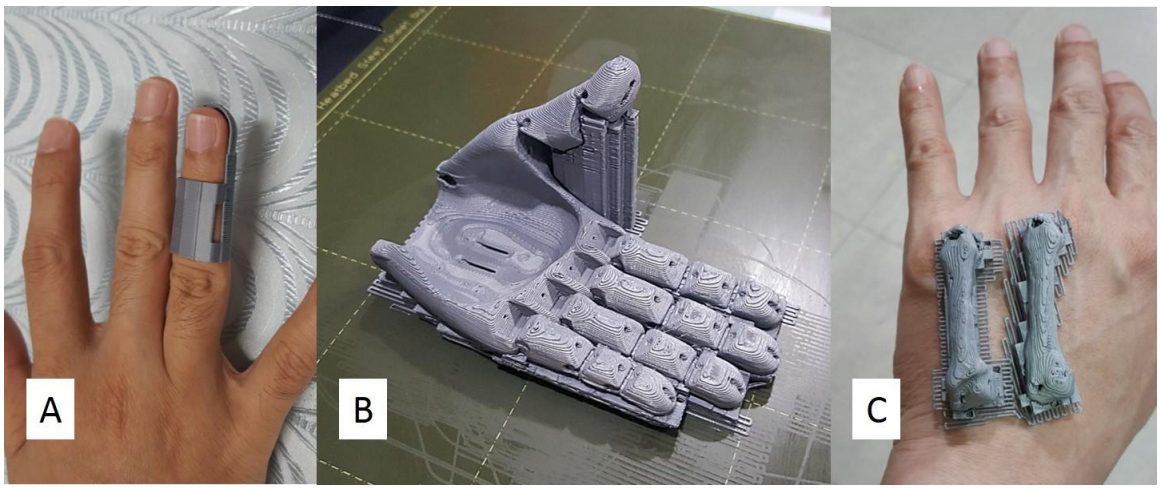
ภาพที่ 1 อุปกรณ์การรักษาที่ใช้ภายในร่างกาย สร้างจากเทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติ
A. กระดูกเทียมไทเทเนียมเฉพาะบุคคล B. แผ่นโลหะยึดตรึงกระดูกเฉพาะบุคคล
C. อุปกรณ์นำแนวเฉพาะบุคคล

กระดูกเทียมไทเทเนียมเฉพาะบุคคลที่ออกแบบให้เข้ากับสรีระของผู้ป่วย เป็นการใช้ชิ้นงานที่สร้างขึ้นจากเทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติเพื่อทดแทนกระดูกและข้อที่ได้รับบาดเจ็บหรือถูกทำลายจากสาเหตุต่างๆ จนไม่สามารถซ่อมแซมได้ จากการเปรียบเทียบระหว่างกระดูกและข้อเทียมที่มีใช้ทางการแพทย์อยู่เดิมกับกระดูกไทเทเนียมเฉพาะบุคคล พบว่ากระดูกไทเทเนียมเฉพาะบุคคลมีคุณสมบัติที่ดีกว่า เนื่องจากลักษณะทางกายภาพของกระดูกและข้อของผู้ป่วยแต่ละคนมีความแตกต่างกัน การใช้กระดูกเทียมที่สร้างจากเทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติซึ่งสามารถออกแบบให้เข้ารูปกับสรีระของผู้ป่วย ช่วยให้ตำแหน่งและแนวของกระดูกและข้อ รวมทั้งกล้ามเนื้อและเส้นเอ็นที่ยึดติดนั้นอยู่ในจุดเดิมหรือใกล้เคียงเดิม[8] รูปแบบของการเคลื่อนไหวและการรับแรงที่ส่งผ่านกระดูกและข้อจึงไม่เปลี่ยนแปลงไปจากปกติ ทำให้โอกาสที่ผิวข้อมีการสึกหรอและผิดรูปจากการใช้งานในระยะยาวน้อยลง จากการศึกษาพบว่ามีการใช้กระดูกไทเทเนียมเฉพาะบุคคลในการรักษากำลังพลและบุคคลทั่วไปหลายตำแหน่ง ได้แก่ ส่วนหัวกระดูกปลายแขนท่อนนอก ส่วนปลายของกระดูกปลายแขนข้างนอก ส่วนปลายของกระดูกต้นแขน กระดูกนิ้วหัวแม่มือ กระดูกฝ่ามือ กระดูกนิ้วมือ กระดูกข้อเท้า กระดูกเท้า กลุ่มผู้ป่วยส่วนใหญ่ที่ต้องรักษาโดยใช้กระดูกเทียมที่ผลิตจากไทเทเนียมนี้ ได้แก่ กลุ่มผู้ป่วยที่มีการบาดเจ็บของกระดูกรุนแรง รองลงมาเป็นผู้ป่วยที่มีเนื้องอกของกระดูก ขั้นตอนการผลิตกระดูกเทียม

จากไทเทเนียมเฉพาะบุคคลจำเป็นต้องใช้การออกแบบด้วยคอมพิวเตอร์ โดยอาศัยภาพเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ที่มีความละเอียดสูงของกระดูกทั้งข้าง ทั้งข้างที่มีความเสียหายและข้างปกติ จากนั้นนำแบบจำลองที่สร้างจากภาพเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ด้านปกติมากลับด้านแล้วซ้อนทับกับแบบจำลองของข้างที่เสียหาย เพื่อทำเป็นโครงร่างสำหรับการออกแบบในการสร้างกระดูกเทียม[11] นำแบบจำลองที่ได้มาออกแบบเพิ่มเติมเพื่อสร้างส่วนที่สามารถยึดติดกับข้อและกระดูกบริเวณข้างเคียงได้อย่างมั่นคง และใช้เครื่องพิมพ์สามมิติผลิตชิ้นงานจากแบบจำลองคอมพิวเตอร์จนได้กระดูกเทียมไทเทเนียมที่เสร็จสมบูรณ์ นำชิ้นงานมาทำความสะอาด ขัดผิว และตรวจสอบความแข็งแรง จากนั้นนำไปทำให้ปราศจากเชื้อก่อนการใช้งาน

แผ่นโลหะยึดตรึงกระดูก แผ่นโลหะยึดตรึงกระดูกที่สร้างขึ้นจากเทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติเฉพาะบุคคลสามารถช่วยแก้ไขกระดูกที่ผิดรูป โดยใช้สำหรับยึดตรึงกระดูกที่แตกละเอียดจนไม่สามารถจัดแนวได้ด้วยการผ่าตัดตามปกติ ในปัจจุบันแผ่นโลหะยึดตรึงกระดูกจากเทคโนโลยีนี้ ได้ถูกผลิตขึ้นเพื่อใช้ในการรักษาบริเวณกระดูกแขนท่อนนอกส่วนปลาย กระดูกแขนท่อนนอกส่วนต้น กระดูกแขนท่อนนอกส่วนกลาง กระดูกแขนท่อนในส่วนกลางและกระดูกต้นแขนส่วนปลาย ขั้นตอนการผลิตโลหะยึดตรึงกระดูกทั้งการออกแบบและกระบวนการผลิต รวมทั้งการพิมพ์ชิ้นงาน ต้องอาศัยผลการเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ที่มีความละเอียดสูงของกระดูกทั้งข้างที่ผิดปกติและข้างปกติ เช่นเดียวกันกับการสร้างกระดูกเทียมไทเทเนียม

อุปกรณ์นำแนวเฉพาะบุคคล (Patient-specific guides) สำหรับเล็งตำแหน่งหรือตัดแต่งกระดูกในขณะผ่าตัด อุปกรณ์ประเภทนี้จะทำให้การเจาะหรือตัดกระดูกทำได้ในตำแหน่งที่ต้องการและมีความผิดพลาดน้อย อาทิเช่น ใช้ในการเจาะส่วนของกระดูกที่เป็นเนื้องอกขนาดเล็กเพื่อนำชิ้นเนื้อที่ผิดปกติไปตรวจ ใช้ในการตัดกระดูกให้พ้นจากบริเวณที่เป็นเนื้อร้ายตามภาพที่ปรากฏในเอกซเรย์คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า หรือใช้ในการตัดกระดูกในมุมองศาที่ต้องการเพื่อปรับเปลี่ยนกระดูกที่ผิดรูปให้เป็นไปตามแนวกายวิภาคปกติ เป็นต้น นอกจากนั้นอุปกรณ์ชนิดนี้ยังนิยมใช้ร่วมกันกับอุปกรณ์ชนิดที่ฝังไว้ในร่างกาย เพื่อให้สามารถวางในตำแหน่งที่ถูกต้องตามที่วางแผนไว้ โดยการผลิตอุปกรณ์ประเภทนี้จำเป็นจะต้องทำการวางแผนการผ่าตัดในคอมพิวเตอร์ไว้ล่วงหน้าก่อน



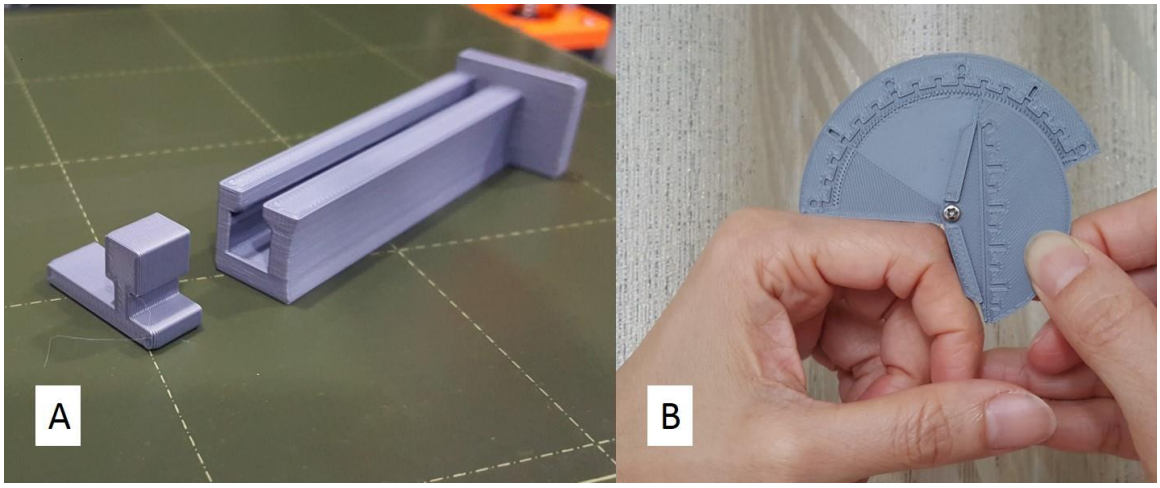
ภาพที่ 2 อุปกรณ์การรักษาที่ใช้ภายนอกร่างกาย สร้างจากเทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติ A. กายอุปกรณ์เสริมเฉพาะบุคคล B. กายอุปกรณ์เทียมเฉพาะบุคคล C. แบบจำลองกระดูกสามมิติ

กายอุปกรณ์เสริมเพื่อพยุงส่วนของรยางค์ ช่วยเสริมการทำหน้าที่ของอวัยวะในร่างกายที่มีปัญหาในการทำงานจากการอ่อนแรง เจ็บปวด หรือเสื่อมสมรรถภาพ นอกจากนั้นยังใช้ในการจัดรยางค์ที่ได้รับบาดเจ็บให้เข้ารูป ขั้นตอนแรกในการผลิตกายอุปกรณ์เสริมจากเทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติ คือการสร้างโมเดลคอมพิวเตอร์ของอุปกรณ์เพื่อทำการประเมินโครงสร้างของรยางค์ด้วยเครื่องสแกนพื้นผิวหรือเครื่องวัดขนาด จากนั้นทำการปรับรายละเอียดของขนาด ความกว้าง ความยาวของโครงสร้างของอุปกรณ์ก่อนการพิมพ์ เพื่อให้มีความพอดีกับผู้ป่วยแต่ละราย กายอุปกรณ์เสริมที่ได้นำมาใช้งานสำหรับกำลังพลแล้ว ได้แก่ อุปกรณ์ดามข้อปลายนิ้วเพื่อการรักษาภาวะเส้นเอ็นเหยียดนิ้วฉีกขาด อุปกรณ์ดามข้อกลางนิ้วเพื่อปรับโครงสร้างข้อนิ้วที่ผิดรูป อุปกรณ์ดามข้อมือเพื่อประคองค้ำจุนข้อมือหลังการบาดเจ็บและหลังการผ่าตัด ข้อดีของกายอุปกรณ์เสริมที่สร้างจากการพิมพ์สามมิติคือสามารถออกแบบให้เข้ารูปกับส่วนต่างๆในร่างกายของผู้ป่วยได้ดี มีโครงสร้างที่โปร่งและไม่อับชื้น และมีน้ำหนักเบา

กายอุปกรณ์เทียม เพื่อใช้ทดแทนชิ้นส่วนของมือ แขน หรือขาที่ขาดหายไป เทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติได้ถูกนำมาใช้ในการสร้างมือเทียม และขาเทียมสำหรับกำลังพลมีที่การสูญเสียอวัยวะจากการรบและอุบัติเหตุ การใช้เทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติช่วยให้ขั้นตอนการขึ้นรูปทำได้ง่ายและประหยัดเวลามากขึ้น

แบบจำลองกระดูกสามมิติ ได้ถูกนำมาใช้เพื่อประโยชน์สำหรับการรักษาในกำลังพลที่มีความทุพพลภาพจากการผิดรูปของกระดูก แบบจำลองกระดูกสามมิติช่วยแสดงให้เห็นถึงโครงสร้างที่มีความผิดปกติได้ดีกว่าการใช้ภาพถ่ายทางรังสี เนื่องจากทำให้

มองเห็นได้อย่างครอบคลุมและสามารถจับต้องได้ และนำมาใช้ในการวางแผนการผ่าตัด ใช้ในการทดสอบและประเมินแนวทางการผ่าตัดก่อนการผ่าตัดจริง ช่วยให้การสื่อสารกับผู้ป่วยง่ายขึ้นรวมทั้งผู้ป่วยสามารถวางแผนการรักษาร่วมกับแพทย์ได้ นอกจากนั้นยังมีการผลิตแบบจำลองของรยางค์ด้านตรงข้าม เพื่อให้เห็นลักษณะทางกายวิภาคที่ปกติ ซึ่งนำมาช่วยในการปรับแนวกระดูกที่ผิดรูป แบบจำลองกระดูกจากเทคโนโลยีการพิมพ์สามมิตินั้นสร้างขึ้นจากภาพเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ที่มีความละเอียดสูง แต่ในกรณีที่ต้องการสร้างแบบจำลองที่มีเนื้องอกกระดูกและมีเส้นเลือดหรือเส้นประสาทแสดงอยู่ด้วย มักใช้ภาพเอกซเรย์คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าร่วมในการออกแบบ



ภาพที่ 3 เครื่องมือแพทย์ สร้างจากเทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติ A. แบบจำลองต้นแบบของ นวัตกรรมเครื่องมือแพทย์ B. เครื่องมือแพทย์ใช้วัดองศาการเคลื่อนไหวของข้อ

แบบจำลองต้นแบบของนวัตกรรมเครื่องมือแพทย์ เทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติช่วยให้การผลิตแบบจำลองต้นแบบของนวัตกรรมทำได้ง่ายขึ้น โดยภายหลังจากการออกแบบในคอมพิวเตอร์เสร็จสิ้น ผู้ประดิษฐ์สามารถเปลี่ยนรูปแบบข้อมูลคอมพิวเตอร์แล้วส่งไปยังเครื่องพิมพ์เพื่อผลิตชิ้นงานต้นแบบได้ทันที

เครื่องมือแพทย์/เครื่องมือที่นำมาใช้ผ่าตัด เครื่องมือแพทย์ที่มีการผลิตขึ้นจากเทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติเพื่อช่วยในการรักษาของโรงพยาบาลพระมงกุฎเกล้า ได้แก่ เครื่องวัดองศาการเคลื่อนไหวของข้อต่อ และเครื่องวัดขนาดความยาวของนิ้วมือ เครื่องมือที่นำมาใช้ผ่าตัด ได้แก่ อุปกรณ์ตัดพังผืดสำหรับผู้ป่วยที่มีเส้นประสาทถูกกดทับบริเวณข้อมือ และอุปกรณ์ตัดปลอกเอ็นสำหรับผู้ป่วยที่เป็นโรคนิ้วล็อค

ประสิทธิผลของการรักษา

จากการสืบค้นในวารสารนานาชาติ พบว่ามีการรักษาผู้ป่วยที่กระดูกถูกทำลายจนไม่สามารถซ่อมแซมได้ โดยการใช้กระดูกไทเทเนียมเทียม ในโรงพยาบาล

พระมงกุฎเกล้า และผลการรักษาเป็นที่น่าพึงพอใจ ทำให้ผู้ป่วยสามารถกลับไปใช้งานในส่วนที่บาดเจ็บได้และมีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น[7,8,11-14]

ผลจากการสัมภาษณ์แพทย์เฉพาะทางด้านกระดูกและข้อ ในโรงพยาบาลสังกัดหน่วยส่วนกลางและโรงพยาบาลกองทัพภาคจำนวน 32 คน พบว่า 31.3 เปอร์เซ็นต์ มีประสบการณ์ในการใช้เทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติมาช่วยในการรักษากำลังพล

การใช้อุปกรณ์การรักษาภายในร่างกายพบว่า มีความพึงพอใจในการรักษาด้วยแผ่นโลหะยึดตรึงกระดูกและกระดูกเทียมไทเทเนียมเฉพาะบุคคล ในด้านขนาดและรูปทรงที่พอดี 92 เปอร์เซ็นต์ มีผลการใช้งานที่ดีหลังผ่าตัด 82 เปอร์เซ็นต์ ด้านการเพิ่มขีดความสามารถในการรักษาซึ่งไม่สามารถรักษาด้วยวิธีอื่นได้ 78 เปอร์เซ็นต์

อุปกรณ์นำแนวเฉพาะบุคคล พบว่า มีความพึงพอใจในด้านการเพิ่มความแม่นยำในการผ่าตัด 88 เปอร์เซ็นต์ การช่วยลดขั้นตอนการผ่าตัด ลดระยะเวลาในการผ่าตัด และลดการเลาะเนื้อเยื่อบริเวณที่ผ่าตัด 75 เปอร์เซ็นต์

การใช้อุปกรณ์การรักษาภายนอกร่างกาย พบว่า มีความพึงพอใจในกายอุปกรณ์เสริมที่มีขนาดและรูปทรงที่พอดีกับส่วนของรยางค์ที่ใช้ 82 เปอร์เซ็นต์ มีความง่ายต่อการสวมใส่ 88 เปอร์เซ็นต์ มีความสะดวกสบายในการใช้ 85 เปอร์เซ็นต์

กายอุปกรณ์เทียมพบว่า มีความพึงพอใจในด้านการช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้งานของรยางค์ 60 เปอร์เซ็นต์

แบบจำลองกระดูกสามมิติ พบว่า มีความพึงพอใจในด้านประโยชน์ในการเรียนการสอนและการวางแผนการผ่าตัด 95 เปอร์เซ็นต์ ในการใช้สร้างแบบจำลองนวัตกรรม เครื่องมือผ่าตัดและเครื่องมือแพทย์ มีความพอใจในด้านความสะดวกของการผลิต 100 เปอร์เซ็นต์ ความประหยัด 100 เปอร์เซ็นต์ ผลความพึงพอใจในประสิทธิผลของการรักษาจากการใช้เทคโนโลยีดังกล่าวในภาพรวม ในระดับมากและระดับปานกลาง 61.5 เปอร์เซ็นต์ และ 38.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ผลข้างเคียงการใช้อุปกรณ์เทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติ

จากการทบทวนรายงานทางการแพทย์และงานวิจัย[7,8,11-14] รวมทั้งการสัมภาษณ์แพทย์ผู้ใช้เกี่ยวกับผลข้างเคียงในการใช้อุปกรณ์ชนิดที่ใช้ภายในร่างกายนั้น ไม่พบภาวะการติดเชื้อ การแพ้หรือการต่อต้านจากภูมิคุ้มกันภายหลังการรักษา การใช้กระดูกเทียมไทเทเนียมเฉพาะบุคคลในส่วนหัวกระดูกปลายแขนท่อนนอก พบรายงานการสลายตัวของเนื้อกระดูกโดยรอบบริเวณกระดูกเทียม และการเกิดขึ้นของกระดูกใหม่บริเวณรอบข้อศอกในผู้ป่วยบางราย แต่ไม่ส่งผลต่อผลของการรักษาและการเคลื่อนไหว

ของผู้ป่วย[7] จากการสัมภาษณ์แพทย์ผู้ใช้ พบการหักของแกนที่ยึดโพรงกระดูกของส่วนหัวกระดูกปลายแขนท่อนนอก 1 ราย ส่วนในการใช้อุปกรณ์ชนิดภายนอกร่างกาย ไม่พบผลข้างเคียงใดๆ จากการใช้งาน

ปัญหาและอุปสรรคของการใช้เทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติ ในการแก้ไขความทุพพลภาพจากปัญหากระดูกและข้อของกำลังพลกองทัพบก

การผลิตอุปกรณ์การรักษาที่ใช้ภายในร่างกายจากเทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติมีกระบวนการที่ซับซ้อน เนื่องจากเป็นการใช้ในร่างกายมนุษย์เฉพาะบุคคล จึงจำเป็นต้องมีกระบวนการผลิตที่ได้มาตรฐาน เพื่อให้อุปกรณ์มีความแข็งแรง คงทนและปลอดภัย[8] ขั้นตอนการผลิตต้องทำขึ้นทีละชิ้น ต้องอาศัยบุคลากรที่ดูแลในแต่ละขั้นตอน อีกทั้งเครื่องพิมพ์สามมิติ วัสดุผงโลหะและเครื่องมือที่ใช้ในกระบวนการตรวจสอบชิ้นงานต้องผ่านมาตรฐานทางการแพทย์ ทำให้มีต้นทุนการผลิตสูง ในปัจจุบันโรงพยาบาลพระมงกุฎเกล้าได้ประสานความร่วมมือกับภาควิชาวิศวกรรมโลหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในรูปแบบของการศึกษาวิจัยร่วม ซึ่งการผลิตชิ้นงานเพื่อผู้ป่วยแต่ละรายจะได้รับทุนสนับสนุนในการผลิตผ่านโครงการวิจัยของกระดูกเฉพาะส่วนหรือเฉพาะโรค ประกอบด้วย โครงการการใช้กระดูกเทียมไทเทเนียมเพื่อรักษาผู้ป่วยเนื้องอกกระดูก โครงการการใช้กระดูกเทียมเพื่อการรักษาหัวกระดูกต้นแขนท่อนนอกส่วนต้นที่ถูกทำลายจนไม่สามารถซ่อมแซมได้ หรือจากโครงการบริจาค ได้แก่ โครงการกระดูกเทียมและอุปกรณ์ไทเทเนียม 100 ชิ้น เพื่อคนไทย โดยคณะวิศวกรรมศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ทั้งนี้การสนับสนุนทุนและทรัพยากรด้านการผลิตจากโครงการจะสิ้นสุดเมื่อมีผู้ป่วยเข้าร่วมครบตามจำนวนที่กำหนดไว้ ส่งผลให้ภายหลังจากโครงการเหล่านี้ดำเนินการเสร็จสิ้น การรักษาในกำลังพลจะเกิดปัญหาด้านทุนการผลิต เนื่องจากอุปกรณ์ที่ผลิตขึ้นมาสำหรับใช้แต่ละบุคคล ไม่สามารถเบิกจ่ายได้ตามหลักเกณฑ์สิทธิการเบิกจ่ายเงินสวัสดิการข้าราชการในการรักษาพยาบาล ด้วยเหตุผลดังกล่าว แพทย์ผู้รักษาจึงทำการรักษาได้เพียงบางรายและเลือกใช้งานจำกัดเฉพาะผู้ป่วยที่มีความจำเป็น เนื่องจากไม่สามารถใช้วิธีอื่นทำการรักษาทดแทนได้ ทำให้การใช้งานในกำลังพลจำเป็นต้องของบประมาณสนับสนุนจากมูลนิธิหรือองค์กรการกุศลตามการร้องขอในแต่ละครั้ง ซึ่งมีขั้นตอนดำเนินการด้านธุรการเพิ่มเติมและต้องใช้ระยะเวลา ส่งผลให้ผู้ป่วยต้องรอคอยการรักษานานขึ้น

หลักสำคัญในการรักษากำลังพลที่มีความทุพพลภาพจากอุบัติเหตุหรือจากการรบ คือการให้การรักษาโดยเร็วที่สุดเพื่อให้ผู้ป่วยมีการฟื้นตัวได้เร็วจากการบาดเจ็บและลดโอกาสการติดของข้อ จากข้อจำกัดของระยะเวลาที่ต้องทำการรักษาภายในเวลา

อันสั้น จึงเป็นอุปสรรคสำคัญของการรักษาผู้ป่วยกลุ่มนี้ด้วยอุปกรณ์การรักษาที่ใช้ภายในร่างกายจากเทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติ เนื่องจากการบาดเจ็บมักมีความยากต่อการรักษา บางครั้งต้องส่งตัวกำลังพลเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลที่มีศักยภาพสูงกว่า อีกทั้งขั้นตอนการผลิตยังต้องใช้เวลาดำเนินการหลายวัน ตั้งแต่การตรวจเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ การออกแบบ การพิมพ์ การตรวจสอบความแข็งแรง และการทำให้ปราศจากเชื้อ

สำหรับอุปกรณ์การรักษาที่ใช้ภายนอกร่างกายที่ผลิตโดยใช้เครื่องพิมพ์สามมิติ พบว่ามีการติดตั้งเครื่องพิมพ์อยู่ที่เฉพาะโรงพยาบาลพระมงกุฎเกล้าเท่านั้น แม้ว่าในปัจจุบันอุปกรณ์การรักษาที่ใช้ภายนอกร่างกายจะสามารถสั่งผลิตจากบริษัทภายนอกได้ แต่มีค่าใช้จ่ายสูงและอุปกรณ์ประเภทนี้ไม่สามารถเบิกจ่ายตามหลักเกณฑ์สิทธิการเบิกจ่ายเงินสวัสดิการข้าราชการในการรักษาพยาบาลได้เช่นเดียวกัน

นอกเหนือจากการผลิตชิ้นงานโดยใช้เครื่องพิมพ์สามมิติแล้ว เทคโนโลยีด้านการออกแบบโดยใช้คอมพิวเตอร์ (Computer-aided design) มีความสำคัญอย่างยิ่งในการผลิตชิ้นงาน การขาดบุคลากรที่มีความชำนาญเฉพาะและประสบการณ์ในด้านนี้ ทำให้รูปแบบของการสร้างชิ้นงานในรูปแบบต่างๆ จากเทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติยังไม่สามารถทำได้อย่างเต็มศักยภาพ

แนวทางการบริหารเพื่อให้การใช้เทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติในการแก้ปัญหากระดูกและข้อของกำลังพลกองทัพบก เป็นไปอย่างครอบคลุมและเกิดประโยชน์สูงสุดต่อกองทัพ

การประเมินทรัพยากรทางการบริหารโดยใช้หลักการ 4M's ซึ่งประกอบด้วย Man Money Material Management เกี่ยวกับการใช้เทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติในการแก้ไขความทุพพลภาพของกำลังพลกองทัพบกจากภาวะด้านกระดูกและข้อ มีดังนี้

ทรัพยากรมนุษย์ (Man) ประกอบด้วย

บุคลากร แพทย์ผู้เชี่ยวชาญซึ่งมีส่วนเกี่ยวข้องในการแก้ไขความทุพพลภาพของกำลังพลกองทัพบกจากภาวะด้านกระดูกและข้อ พบว่าส่วนใหญ่ทราบข้อมูลเบื้องต้นเรื่องการใช้เทคโนโลยีดังกล่าวในการรักษาผู้ป่วย แต่มีเพียงประมาณ 1 ใน 3 ที่มีประสบการณ์ในการใช้อุปกรณ์การรักษาที่สร้างจากเทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติ และมีเพียง 2 ท่าน จาก 17 ท่านที่มีประสบการณ์ในการใช้เครื่องพิมพ์สามมิติรวมทั้งการออกแบบ ซึ่งเกือบทั้งหมดทำงานอยู่ในโรงพยาบาลพระมงกุฎเกล้า อย่างไรก็ตามปัจจัย

ส่งเสริมที่สำคัญที่พบจากการสัมภาษณ์ คือ แพทย์ทุกท่านที่ยังไม่มีประสบการณ์ในการใช้งานเทคโนโลยีนี้มีความสนใจและต้องการเรียนรู้เทคโนโลยีนี้เพิ่มเติม

กำลังพลกองทัพบกที่มีปัญหาทุพพลภาพที่เข้ามารับการบริการ ส่วนใหญ่ไม่เคยได้รับข้อมูลเกี่ยวกับการรักษาด้วยวิธีนี้มาก่อน เนื่องจากอาจเป็นเพราะเป็นเทคโนโลยีใหม่ที่มีการนำมาใช้ในวงการแพทย์ไทยไม่มากนัก อย่างไรก็ตามกำลังพลที่ได้รับการรักษาด้วยเทคโนโลยีนี้เพื่อช่วยลดความทุพพลภาพ มีผลการรักษาเป็นที่น่าพอใจและมีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น

ทรัพยากรในรูปเงินทุน (Money) อุปกรณ์การรักษาที่ใช้ทั้งภายในและภายนอกร่างกายรวมทั้งเครื่องมือแพทย์ที่สร้างจากเทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติ ไม่สามารถเบิกจ่ายได้ตามสิทธิ เช่นเดียวกับอุปกรณ์การรักษาอื่นตามระบบเดิม

ทรัพยากรในรูปวัสดุสิ่งของ (Material) เครื่องจักรและวัสดุที่ใช้ในการผลิตอุปกรณ์การรักษาด้วยเทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติในปัจจุบัน ได้ถูกพัฒนาให้มีความหลากหลาย สามารถจัดหาได้ง่ายขึ้นและมีราคาถูกลงเมื่อเปรียบเทียบกับในอดีต และกองทัพบกยังเคยมีการจัดหาเพื่อการใช้งาน แต่ไม่มีการกำหนดคุณลักษณะเฉพาะเพื่อจัดซื้อ

การจัดการ (Management) กรมแพทย์ทหารบกมีความมุ่งมั่นในการดำเนินงานตามนโยบายของกองทัพบกในการส่งเสริมสวัสดิการและคุณภาพชีวิตของกำลังพล เพื่อให้มีความพร้อมด้านสุขภาพ สามารถปฏิบัติหน้าที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยการนำเทคโนโลยีที่ทันสมัยมาพัฒนาการรักษาพยาบาล ซึ่งการพิมพ์สามมิตินับเป็นหนึ่งในเทคโนโลยีที่ช่วยยกระดับการแก้ไขปัญหาทุพพลภาพของกำลังพล แต่ปัจจุบันการใช้งานในยังจำกัดอยู่ในโรงพยาบาลพระมงกุฎเกล้าเป็นหลัก ซึ่งอาจเป็นอุปสรรคสำหรับกำลังพลที่อยู่ในจังหวัดอื่น ในการเข้ารับการรักษา

ความร่วมมือกับองค์กรภายนอก จากการศึกษาวิจัยร่วมกับคณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ทำให้เกิดแนวทางในการใช้เทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติเพื่อการรักษาผู้ป่วยอย่างหลากหลาย ในทางตรงข้าม นโยบายการบริหารจัดการในหน่วยสายแพทย์ของกองทัพบก ยังไม่มีการกำหนดแนวทางความร่วมมือ เกี่ยวกับการพัฒนาการใช้เทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติมาใช้ในการรักษาพยาบาลผู้ป่วยในระยะยาวอย่างชัดเจน การรักษาในปัจจุบันจึงเป็นการผลิตชิ้นงานขึ้นเพื่อใช้แก้ปัญหาสำหรับผู้ป่วยที่มีความจำเป็นในแต่ละราย

ด้านการฝึกอบรมเกี่ยวกับการใช้งาน เทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติทางการแพทย์ไม่ได้ถูกบรรจุอยู่ในหลักสูตรการฝึกศึกษา และไม่มีจัดโครงการฝึกอบรมมาก่อน ทำให้แพทย์ส่วนใหญ่ยังไม่มีพื้นฐานในการใช้งาน

จากการวิเคราะห์สภาวะแวดล้อม (SWOT analysis) โดยทบทวนปัจจัยภายนอก (External factors) และปัจจัยภายใน (Internal factors) ที่สำคัญ ด้วยเทคนิค TOWS Matrix ได้หนทางปฏิบัติดังนี้

Internal factor / External factor	**Strength** กองทัพบกมีนโยบายสนับสนุนและส่งเสริมด้านสุขภาพกำลังพลอย่างชัดเจนในทุกระดับ	**Weakness** บุคลากรที่มีประสบการณ์และมีเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตเกี่ยวกับงานด้านเทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติทางการแพทย์ยังมีจำกัด
Opportunity การได้รับการสนับสนุนด้านเทคโนโลยีและวิชาการจากผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติจากองค์กรภายนอก	**(S,O)** **ยุทธศาสตร์เชิงรุก**	**(W,O)** **ยุทธศาสตร์กำจัดจุดอ่อน**
Threat อุปกรณ์การรักษาที่สร้างจากเทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติ ไม่สามารถเบิกจ่ายได้ตามหลักเกณฑ์การเบิกจ่ายเงินสวัสดิการข้าราชการในการรักษาพยาบาลได้ และมีขั้นตอนมาก ระยะเวลาในการรักษาเพิ่มขึ้น	**(S,T)** **ยุทธศาสตร์เปลี่ยนวิกฤตให้เป็นโอกาส**	**(W,T)** **ยุทธศาสตร์สร้างภูมิคุ้มกัน**

ยุทธศาสตร์เชิงรุก (S,O)

- จัดตั้งศูนย์การพิมพ์สามมิติ โรงพยาบาลพระมงกุฎเกล้า เพื่อเป็นศูนย์กลางในการรองรับกำลังพลที่มีการส่งตัวจากทั่วประเทศในระยะแรก และเป็นต้นแบบในการจัดตั้งสำหรับโรงพยาบาลอื่นๆ ในระยะต่อไป
- วางแผนนโยบายความร่วมมือระหว่างสถาบันเป็นโครงการระยะยาว เพื่อเพิ่มศักยภาพในการดำเนินงาน แลกเปลี่ยนองค์ความรู้ และส่งเสริมการพัฒนาเทคโนโลยีให้มีความต่อเนื่องในอนาคต

ยุทธศาสตร์กำจัดจุดอ่อน (W,O)

- จัดโครงการฝึกอบรมบุคลากรทางการแพทย์เกี่ยวกับการใช้เทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติทางการแพทย์เพื่อแก้ปัญหาของกระดูกและข้อ
- จัดทำบัญชีนวัตกรรมการพิมพ์สามมิติ และเผยแพร่ แนวทางการรักษาให้ กำลังพลทราบ
- จัดตั้งศูนย์ประสานงานและศูนย์ให้คำปรึกษา การใช้เทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติในด้านกระดูกและข้อ

ยุทธศาสตร์เปลี่ยนวิกฤตให้เป็นโอกาส (S,T)

- จัดหาเครื่องพิมพ์สามมิติพร้อมวัสดุประจำโรงพยาบาลส่วนกลางและโรงพยาบาลกองทัพภาค
- จัดทำคุณลักษณะเฉพาะสิ่งอุปกรณ์เครื่องมือแพทย์ที่ผลิตจากการพิมพ์สามมิติ ในแต่ละรูปแบบ เพื่อให้มีโอกาสเบิกจ่ายได้ตามหลักเกณฑ์การเบิกจ่ายเงินสวัสดิการข้าราชการ

ยุทธศาสตร์สร้างภูมิคุ้มกัน (W,T)

- จัดทำโครงการเพื่อจัดหากองทุนสนับสนุน สำหรับการรักษาด้วยเทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติ เพื่อแก้ไขความทุพพลภาพของปัญหากระดูกและข้อของกองกำลังพลกองทัพบก

แนวทางการพัฒนาต่อยอดการสร้างนวัตกรรมและสิ่งประดิษฐ์ใหม่จากเทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติในการแก้ปัญหากระดูกและข้อในหน่วยสายแพทย์ของกองทัพบกในอนาคต อย่างมีประสิทธิภาพ ต่อเนื่องและยั่งยืน

เพื่อให้การพัฒนาต่อยอดการสร้างนวัตกรรมจากเทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติ เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ต่อเนื่องและยั่งยืน ควรเนินการอย่างเป็นระบบ มีการกำหนดนโยบาย แผนงาน และตัวชี้วัดที่ชัดเจน

ต้องมีฐานข้อมูล ที่รวบรวมข้อมูลการติดตามและบันทึกผลการรักษาของผู้ป่วยแต่ละราย ซึ่งข้อมูลที่ได้จะนำมาวิเคราะห์เพื่อหาข้อดีและข้อบกพร่องของชิ้นงาน มาช่วยพัฒนาการออกแบบโครงสร้าง และปรับปรุงกระบวนการผลิต เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของอุปกรณ์สำหรับการรักษาในครั้งถัดไป ข้อมูลการรักษาที่มากเพียงพอ สามารถนำมาประมวลผลเพื่อคาดคะเนโครงสร้างทางกายวิภาคของผู้ป่วยได้ อีกทั้งใช้เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (Artificial intelligence) ทำให้ลดขั้นตอนในการผลิตในส่วนของออกแบบและช่วยปรับปรุงอุปกรณ์การรักษาให้มีความเหมาะสมต่อการใช้งานมากยิ่งขึ้น

ควรมีการส่งเสริมให้บุคลากรเข้ารับการศึกษาในสถาบันที่มีความก้าวหน้าด้านเทคโนโลยีในต่างประเทศ เป็นการสร้างเครือข่าย พร้อมทั้งนำความรู้ที่ได้มาพัฒนาหรือปรับกระบวนการดำเนินงานให้ทันสมัยและมีประสิทธิภาพอย่างต่อเนื่อง นอกจากนั้นการส่งเสริมให้บุคลากรในหน่วยงานนำเสนอผลงานและเข้าร่วมในงานประชุมระดับนานาชาติ จะช่วยให้เกิดการแลกเปลี่ยนองค์ความรู้และเกิดมุมมองเพื่อการพัฒนาในอนาคต

กรมแพทย์ทหารบกควรมีนโยบายส่งเสริมการจดสิทธิบัตรเพื่อปกป้องทรัพย์สินทางปัญญาของบุคลากรในหน่วยงาน ช่วยกระตุ้นและจูงใจให้นักประดิษฐ์มีกำลังใจและมีความมั่นใจในการคิดค้นผลิตภัณฑ์ใหม่ ทั้งนี้ข้อดีของการจดสิทธิบัตรที่สำคัญอีกอย่างคือ คือ ต้องเปิดเผยรายละเอียดเกี่ยวกับการประดิษฐ์คิดค้น ซึ่งจะเป็นแหล่งข้อมูลความรู้ด้านเทคโนโลยีสำหรับค้นคว้าวิจัยและพัฒนา ส่งผลให้มีการพัฒนาเทคโนโลยีที่สูงขึ้นต่อไป

เพื่อให้เกิดสนับสนุนให้มีการใช้งานภายในประเทศอย่างแพร่หลาย ควรนำอุปกรณ์ทางการแพทย์ที่ผลิตขึ้นจากเทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติ ที่ผ่านการทดสอบคุณภาพและผ่านการรับรองมาตรฐาน เข้าสู่กระบวนการขึ้นบัญชีนวัตกรรมไทย ซึ่งมีการส่งเสริมจากรัฐบาลให้มีการนำมาใช้งานในหน่วยงานของรัฐ

การพัฒนาต่อยอดการสร้างนวัตกรรมและสิ่งประดิษฐ์จากเทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติจำเป็นต้องอาศัยการสนับสนุนทั้งในด้านบุคลากร ทรัพยากรและงบประมาณจำนวนมาก ด้วยข้อจำกัดในการสนับสนุนจากหน่วยงานภาครัฐ การขยายความร่วมมือด้านการผลิตร่วมกับภาคเอกชนเช่นเดียวกับการผลิตยุทโธปกรณ์ในอุตสาหกรรมป้องกันประเทศ[15] อาจช่วยในการแก้ปัญหาความขาดแคลนดังกล่าว รวมทั้งช่วยยกระดับมาตรฐานการผลิตให้มีคุณภาพในระดับสากล และสามารถนำไปสู่การใช้งานในเวชปฏิบัติอย่างยั่งยืน

จากวิวัฒนาการของเทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติด้านการแพทย์ที่ยังคงดำเนินต่อไป เครื่องพิมพ์สามมิติและวัสดุพิมพ์ชีวภาพมีแนวโน้มที่จะถูกพัฒนาไปถึงขั้นที่สามารถในการพิมพ์อวัยวะของมนุษย์ (3D bioprinting) ได้ ซึ่งถือเป็นความหวังในการแก้ปัญหาการขาดแคลนอวัยวะปลูกถ่ายของวงการแพทย์ นักวิทยาศาสตร์และแพทย์หลายท่านเชื่อว่าในโรงพยาบาลขนาดใหญ่ที่ทันสมัยทั่วโลกจะมีเครื่องพิมพ์สามมิติประจำการสำหรับพิมพ์อวัยวะทดแทนให้กับผู้ป่วยได้ภายในอนาคตอันใกล้ ในส่วนของกระดูกและข้อซึ่งมีโครงสร้างที่ซับซ้อนน้อยกว่าเนื้อเยื่อในบริเวณอื่นๆ อาจเป็นอวัยวะส่วนแรกๆของร่างกาย ที่สามารถใช้การพิมพ์สามมิติสร้างขึ้น เพื่อใช้ในการปลูกถ่ายทดแทนในส่วนเดิม[16] การพัฒนาขีดความสามารถทางเทคโนโลยีด้านชีวภาพ (Biotechnology) และการพัฒนาวัสดุพิมพ์ชีวภาพสำหรับการสร้างเนื้อเยื่อควบคู่กันไปด้วยจึงมีความสำคัญ

ควรสร้างเว็บไซต์ประชาสัมพันธ์ เพื่อให้กำลังพลและประชาชนทั่วไปเข้าใจพื้นฐาน เกี่ยวกับการรักษาความทุพพลภาพด้านกระดูกและข้อด้วยเทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติ เป็นการเพิ่มโอกาสในการเข้ารับการรักษา การแสดงกลุ่มผู้ป่วยตัวอย่างที่เคยได้รับการรักษาแล้วให้เห็นจะก่อให้เกิดความสนใจและความเข้าใจมากขึ้น อีกทั้งยังเป็นช่องทางในการตอบข้อซักถาม ติดต่อสื่อสารและนัดหมายแพทย์อีกทางหนึ่ง ทำให้กระบวนการต่างๆ ในการรักษา สะดวกและรวดเร็วขึ้น

การบูรณาการเรื่องการทำงานร่วมกันและจัดทำแผนงานในการดำเนินการเพื่อการผลิตของหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ศูนย์การพิมพ์สามมิติ ศูนย์ประสานงานและศูนย์ให้คำปรึกษาการใช้เทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติ ศูนย์ส่งต่อผู้ป่วย โรงพยาบาลที่ทำการส่งต่อ หน่วยเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ และห้องผ่าตัด จะช่วยลดระยะเวลาในการรักษา ช่วยเพิ่มศักยภาพการใช้เทคโนโลยีในกำลังพลที่มีการบาดเจ็บ หรือสูญเสียกระดูกและข้อจากอุบัติเหตุและการรบ ซึ่งเป็นกลุ่มที่ต้องให้การรักษาโดยเร็ว เพื่อให้ผู้ป่วยมีการฟื้นตัวได้เร็วจากการบาดเจ็บและลดโอกาสการติดของข้อ

บทที่ 3

บทอภิปรายผล

ผลการศึกษาจากงานวิจัยนี้ พบว่า เทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติได้ถูกนำมาใช้แก้ไขความทุพพลภาพของกำลังพลกองทัพบกจากภาวะด้านกระดูกและข้อ ในหลายรูปแบบ อย่างครอบคลุม[17] โดยมีประสิทธิผลของการรักษาเป็นที่น่าพอใจและมีผลข้างเคียงน้อย อย่างไรก็ตาม ปัญหาด้านการดำเนินงานเรื่องทรัพยากรและการบริหารจัดการ ยังเป็นอุปสรรคสำคัญในการใช้เทคโนโลยีนี้

จากการวิเคราะห์สภาวะแวดล้อมทางยุทธศาสตร์เพื่อหาหนทางปฏิบัติ พบว่า แนวทางการบริหารเชิงรุกจะช่วยเพิ่มโอกาสการใช้เทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติให้ความครอบคลุม เกิดประโยชน์สูงสุดต่อกำลังพล ซึ่งสามารถทำได้ในระยะแรก ได้แก่ การจัดตั้งศูนย์การพิมพ์สามมิติ โรงพยาบาลพระมงกุฎเกล้า เป็นศูนย์กลางในการผลิตอุปกรณ์ทางการแพทย์จากเทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติ เป็นศูนย์กลางในการให้ความรู้ การศึกษาวิจัย เพื่อเป็นต้นแบบในการจัดตั้งศูนย์การพิมพ์สามมิติ สำหรับโรงพยาบาลอื่นๆในกองทัพบกต่อไป สอดคล้องกับแนวทางการพัฒนาในประเทศสหรัฐอเมริกา[18-21] โดยศูนย์การแพทย์กองทัพบก วอลเตอร์รีด (Walter Reed Army Medical Center) ซึ่งในปัจจุบันได้รวมกับ ศูนย์การแพทย์ทหารเรือแห่งชาติ (National Naval Medical Center) จัดตั้งเป็น ศูนย์การแพทย์ทหารแห่งชาติ วอลเตอร์รีด (Walter Reed National Military Medical Center) ซึ่งเป็นศูนย์การแพทย์ทหารที่ใหญ่ที่สุดของสหรัฐ มีชื่อเสียงในด้านการศึกษา การวิจัยและพัฒนาทางการแพทย์ ศูนย์การพิมพ์สามมิติ (3D Medical Application Center (3D MAC)) จัดตั้งขึ้นในปี คศ. 2002 มีภารกิจหลักเพื่อแก้ไขภาวะทุพพลภาพของกำลังพลด้วยอุปกรณ์ทางการแพทย์จากการพิมพ์สามมิติ ศูนย์แห่งนี้ดำเนินงานโดยเจ้าหน้าที่ 5 คน ประกอบด้วย แพทย์ เจ้าหน้าที่ผู้ดูแลเครื่องพิมพ์ วิศวกรทำหน้าที่ออกแบบและสร้างอุปกรณ์การรักษา มีงานการวิจัยและได้รับการรับรองมาตรฐานจากองค์การอาหารและยาสหรัฐ (United States Food and Drug Administration) ศูนย์การพิมพ์สามมิติแห่งนี้มีการพัฒนาศักยภาพจนสามารถผลิตอุปกรณ์การรักษามากกว่า 1,000 ชิ้นงานต่อปี นอกจากการสร้างอุปกรณ์การรักษาแล้ว ยังร่วมวิจัย ถ่ายทอดข้อมูลเทคโนโลยี และช่วยฝึกอบรมให้กับหน่วยงานในกระทรวงกลาโหมและกระทรวงการทหารผ่านศึกสหรัฐ รวมทั้งสถาบันทางการแพทย์พันธมิตรทั่วโลก[18] ในปัจจุบันสหรัฐมีโรงพยาบาลซึ่งมีหน้าที่รับผิดชอบดูแลทหารผ่านศึก ที่มีศักยภาพด้านเทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติจำนวนมากขึ้น

เรื่อยๆ จากเดิม 3 โรงพยาบาล ในปี คศ. 2017 เป็น 20 โรงพยาบาล ในปี คศ. 2019[20] จากโรงพยาบาลทั้งหมด 172 โรงพยาบาล

จากการทบทวนบทความที่เกี่ยวข้องกับการตั้งศูนย์การพิมพ์สามมิติในโรงพยาบาลพบว่ามีข้อดีเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้บริการขององค์กรภายนอกในการสร้างอุปกรณ์การรักษา ได้แก่ การผลิตอุปกรณ์ทำได้เร็วกว่า ใช้งบประมาณน้อยกว่า สามารถทำการทดลองและสร้างนวัตกรรมได้ภายในองค์กรของตนเอง การสื่อสารภายในทีมมีประสิทธิภาพมากกว่า และเป็นการสร้างประสบการณ์และการเรียนรู้ของบุคลากรจากการทำงาน อย่างไรก็ตาม จำเป็นต้องใช้งบประมาณในการจัดหาเครื่องพิมพ์สามมิติและวัสดุ ต้องมีสถานที่ดำเนินการภายในโรงพยาบาล บุคลากรจำเป็นต้องเรียนรู้เกี่ยวกับขั้นตอนต่างๆในการสร้างอุปกรณ์จากการพิมพ์สามมิติ การใช้ซอฟต์แวร์ การใช้และการบำรุงรักษาเครื่องพิมพ์สามมิติ ทำให้บุคลากรมีภาระงานเพิ่มขึ้น[22]

ในปัจจุบัน กองออร์โธปิดิคส์ โรงพยาบาลพระมงกุฎเกล้า และภาควิชาออร์โธปิดิกส์ วิทยาลัยแพทยศาสตร์พระมงกุฎเกล้า ได้วางแผนจัดตั้งศูนย์การพิมพ์สามมิติขึ้นที่อาคารมหาวชิราลงกรณ เพื่อเป็นศูนย์กลางในการผลิตอุปกรณ์จากการพิมพ์สามมิติสำหรับการรักษาพยาบาลของกองทัพบก เป็นศูนย์กลางในการให้ความรู้ การศึกษาวิจัย และเป็นต้นแบบในการจัดตั้งศูนย์การพิมพ์สามมิติสำหรับโรงพยาบาลอื่นๆของกองทัพต่อไป

การประเมินความเป็นไปได้ (Feasibility analysis) ในการจัดตั้งศูนย์การพิมพ์สามมิติ โรงพยาบาลพระมงกุฎเกล้า

การประเมินความเป็นไปได้ (Feasibility analysis) โดยพิจารณาในด้านต่างๆที่เกี่ยวข้อง มีดังต่อไปนี้

ความเป็นไปได้ทางด้านการผลิต เนื่องจากโรงพยาบาลพระมงกุฎเกล้ามีความพร้อมของบุคลากรทางการแพทย์ที่มีความรู้และประสบการณ์ในการใช้เครื่องพิมพ์สามมิติและการออกแบบ 2 ท่าน มีอุปกรณ์เครื่องพิมพ์สามมิติที่ใช้งานเป็นเครื่องระดับมาตรฐานซึ่งใช้ระบบฉีดเส้นพลาสติก (fused deposition modeling) ในการทำงาน หลักการทำงานของเครื่องพิมพ์ประเภทนี้คือการหลอมเส้นวัสดุให้กลายเป็นของเหลว แล้วฉีดออกมาบนฐานของเครื่องพิมพ์ หลังจากพิมพ์ชั้นแรกก็จะทำการพิมพ์ในชั้นต่อๆไป จนได้ชิ้นงานตามที่ออกแบบไว้ สามารถใช้วัสดุในการพิมพ์ได้หลากหลายที่หาซื้อได้ทั่วไป เช่น เส้นวัสดุพลาสติก เส้นไม้ เส้นไนลอน เส้นผสมทองเหลือง เส้นผสมทองแดง เครื่องพิมพ์ในระบบนี้ สามารถใช้ในการผลิตอุปกรณ์การรักษาที่ใช้ภายในร่างกายชนิดที่ใช้ชั่วคราว อุปกรณ์การรักษาที่ใช้ภายนอกร่างกาย แบบจำลองกระดูกสามมิติ และแบบจำลอง

ต้นแบบของนวัตกรรมเครื่องมือแพทย์ ในปัจจุบันมีเครื่องที่สามารถผลิตชิ้นงานขนาด 25x21x21 เซนติเมตร จำนวน 1 เครื่อง และขนาด 30x30x30 เซนติเมตร จำนวน 1 เครื่อง สำหรับกระดูกไทเทเนียมเฉพาะบุคคลและแผ่นโลหะยึดตรึงกระดูกนั้น การผลิตต้องใช้เครื่องพิมพ์สามมิติสำหรับพิมพ์โลหะซึ่งมีราคาสูง และกระบวนการการผลิตมีความซับซ้อน และต้องใช้เทคโนโลยีขั้นสูง ศูนย์การพิมพ์สามมิติอาจต้องขอความร่วมมือกับองค์กรภายนอกมาช่วยในการผลิต

ความเป็นไปได้ด้านการตลาด ซึ่งเป็นการนำผลิตภัณฑ์หรือบริการจากผู้ผลิตไปสู่ผู้บริโภคหรือผู้ใช้บริการเพื่อให้ได้รับความพึงพอใจ การจัดตั้งศูนย์การพิมพ์สามมิติขึ้นที่โรงพยาบาลพระมงกุฎเกล้านับว่ามีความเหมาะสมเป็นอย่างยิ่ง เนื่องจากเป็นโรงพยาบาลตติยภูมิที่ใหญ่ที่สุดของกองทัพบก สามารถรองรับกำลังพลที่ต้องการรับบริการจากทั่วประเทศ โดยกำลังพลสามารถติดต่อเข้ารับบริการได้โดยตรงที่ศูนย์การพิมพ์สามมิติของโรงพยาบาลพระมงกุฎเกล้า หรือติดต่อผ่านโรงพยาบาลสังกัดกองทัพบกทั่วประเทศให้ช่วยประสานงาน ผู้ใช้บริการสามารถส่งข้อมูลภาพเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ในรูปแบบออนไลน์มายังศูนย์การพิมพ์สามมิติเพื่อดำเนินการออกแบบ และสร้างชิ้นงาน จากนั้นทางศูนย์จะส่งข้อมูลกลับไปยังเครื่องพิมพ์สามมิติของโรงพยาบาลต้นทาง เพื่อทำการสร้างชิ้นงานขึ้นสำหรับการรักษาและแก้ไขปัญหาของผู้ป่วย ในกรณีที่อุปกรณ์การรักษามีความซับซ้อนในการผลิต หรือโรงพยาบาลต้นทางยังไม่มีเครื่องพิมพ์สามมิติ จะทำการส่งชิ้นงานที่ผลิตเสร็จสิ้นกลับทางไปรษณีย์ วิธีนี้ช่วยให้ขั้นตอนการรักษาลดลง และผู้ป่วยได้รับความสะดวกมากขึ้น เนื่องจากไม่จำเป็นต้องเดินทางมารับการรักษาด้วยตนเอง โดยศูนย์การพิมพ์สามมิติต้องมีเจ้าหน้าที่ช่วยติดต่อประสานงานโดยเฉพาะ เพื่อให้การดำเนินงานมีประสิทธิภาพและเกิดความคล่องตัว

ความเป็นไปได้ทางด้านการเงิน ในการจัดตั้งศูนย์ ได้ของบประมาณสนับสนุนในการดำเนินการเบื้องต้นจากมูลนิธิมหาวชิราลงกรณ สำหรับการซ่อมบำรุงเครื่องพิมพ์สามมิติและการจัดหาวัสดุสิ้นเปลืองที่ใช้ในการผลิต ได้รับงบประมาณเงินรายรับสถานพยาบาล

ความเป็นไปได้ด้านกฎหมาย ข้อกำหนดด้านกฎหมายเกี่ยวกับอุปกรณ์การรักษาที่ใช้ภายในร่างกาย ที่สร้างขึ้นจากเทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติในแต่ละประเทศมีความแตกต่างกัน สำหรับประเทศไทยการรักษาโดยใช้อุปกรณ์ชนิดนี้ ขึ้นอยู่กับการตกลงเลือกวิธีการรักษาระหว่างแพทย์ผู้รักษาและผู้ป่วยเป็นหลัก โดยอุปกรณ์เหล่านี้จำเป็นต้องผ่านมาตรฐานการผลิตเครื่องมือแพทย์และมาตรฐานความปลอดภัยสำหรับการใช้ในร่างกายมนุษย์[8] การดำเนินการร่วมของศูนย์การพิมพ์สามมิติกับองค์กรภายนอกซึ่งมี

ศักยภาพในการผลิตตามมาตรฐานจึงยังมีความจำเป็น สำหรับอุปกรณ์ที่ใช้ภายนอกร่างกายและชิ้นงานจากการพิมพ์ สามมิติประเภทอื่นๆ ที่ศูนย์การพิมพ์สามมิติสามารถผลิตได้เอง ไม่มีข้อจำกัดทางด้านกฎหมายใดๆในการนำมาใช้งาน

ความเป็นไปได้ด้านโมเดลธุรกิจ ในการผลิตชิ้นงานจากเครื่องพิมพ์สามมิติที่โรงพยาบาลมีอยู่เดิม โดยเส้นวัสดุพลาสติก ประเภทพอลิแลคติกแอซิด (Polylactic acid (PLA)) ที่มีขนาดม้วนละ 1 กิโลกรัม ม้วนละ 400 ถึง 2,500 บาท หากนำมาผลิตชิ้นงานแบบจำลองกระดูก 3 มิติขนาด 40 กรัม สามารถทำได้มากถึง 25 ชิ้น หากนำมาผลิตอุปกรณ์การรักษาที่ใช้ภายนอกร่างกายประเภทกายอุปกรณ์เสริม ที่มีขนาด 10 กรัม สามารถทำได้มากถึง 100 ชิ้น จากต้นทุนการผลิตที่ไม่สูงมากนักทำให้โอกาสที่ผู้เข้ารับบริการจะเข้าถึงการใช้ผลิตภัณฑ์จากการพิมพ์สามมิติมีมากขึ้น สำหรับกระดูกไทเทเนียมเฉพาะบุคคลและแผ่นโลหะยึดตรึงกระดูก ที่การผลิตมีความซับซ้อน อาจต้องทำการศึกษาเพิ่มเติมด้านความคุ้มค่าในการผลิต บางกรณีอุปกรณ์ดังกล่าวอาจเป็นทางเลือกเพียงทางเดียวที่ทำให้กำลังพลพ้นจากภาวะทุพพลภาพเนื่องจากไม่มีอุปกรณ์การรักษาอื่นที่นำมาใช้ในการรักษาได้เหมาะสมในปัจจุบัน ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้อาจไม่สามารถประเมินความคุ้มค่าเป็นจำนวนได้

จากการประเมินทั้ง 5 ด้าน มีความเป็นไปได้ที่จะสามารถจัดตั้งศูนย์การพิมพ์สามมิติในโรงพยาบาลพระมงกุฎเกล้าได้สำเร็จ โดยเน้นการผลิตเป็นอุปกรณ์การรักษาที่ใช้ชั่วคราวภายในร่างกาย อุปกรณ์การรักษาภายนอกร่างกาย แบบจำลองกระดูกสามมิติ และแบบจำลองต้นแบบของนวัตกรรมเครื่องมือแพทย์ เป็นหลัก ร่วมกับการประสานความร่วมมือกับองค์กรภายนอกเพื่อร่วมออกแบบและผลิตอุปกรณ์ในการรักษาภายในร่างกาย การได้รับการสนับสนุนด้านงบประมาณในการซ่อมและจัดหาวัสดุสิ้นเปลืองที่ใช้ในการผลิต รวมทั้งการมีบุคลากรเพิ่มเพื่อช่วยในการประสานงานกับผู้รับบริการและหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง จะช่วยให้ศูนย์การพิมพ์สามมิติสามารถดำเนินงานได้อย่างต่อเนื่องและมีประสิทธิภาพ

จากความสามารถของเทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติที่สามารถปรับใช้กับงานได้ในหลายด้านรวมทั้งผลิตสิ่งต่างๆในชีวิตประจำวัน ทำให้บุคคลทั่วไปเกิดความคุ้นเคยในการใช้มากขึ้น อีกทั้งราคาของเครื่องพิมพ์สามมิติมีแนวโน้มที่จะลดลง ในขณะที่ประสิทธิภาพของเครื่องพิมพ์กลับสูงขึ้น ทำให้ผู้วิจัยเชื่อว่า การใช้เทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติในโรงพยาบาลจะกลายเป็นมาตรฐานการรักษาของกำลังพลในโรงพยาบาล สังกัดหน่วยส่วนกลางและโรงพยาบาลกองทัพภาคในระยะเวลาอันใกล้ และครอบคลุมไปถึงโรงพยาบาลทุกแห่งของกองทัพบกเป็นลำดับถัดไป ส่วนการถ่ายทอดเทคโนโลยีไปสู่

บุคลากรทางการแพทย์ อาจพิจารณาให้โรงพยาบาลพระมงกุฎเกล้าและวิทยาลัยแพทยศาสตร์พระมงกุฎเกล้า ซึ่งเป็นสถาบันการศึกษาหลักของกรมแพทย์ทหารบกและมีศักยภาพในการฝึกอบรมด้านการแพทย์เป็นผู้ดำเนินการในการจัดประชุมหรือจัดอบรมระยะสั้น การบรรจุเนื้อหาเกี่ยวกับเทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติทางด้านการแพทย์ในหลักสูตรการศึกษาแพทยศาสตร์บัณฑิตและหลักสูตรการศึกษาหลังปริญญา เป็นการเตรียมบุคลากรทางการแพทย์รุ่นใหม่ให้ก้าวทันกับเทคโนโลยี เพิ่มจำนวนบุคลากรที่มีความรู้อันจะช่วยส่งเสริมให้เกิดการพัฒนานวัตกรรมในอนาคต

แนวทางการพัฒนาต่อยอดการสร้างนวัตกรรมจากเทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติ มีความสอดคล้องกับแนวทางการพัฒนานวัตกรรมและผลงานวิจัยทางทหารอื่นๆ[23] ในการใช้หลักการบริหารซึ่งกำหนดนโยบาย กรอบการดำเนินงานที่มีเป้าหมายชัดเจนและมีการกำหนดตัวชี้วัด จึงจะสามารถใช้ประโยชน์จากนวัตกรรมอย่างเป็นรูปธรรม การศึกษาวิจัยที่ดำเนินควบคู่กัน และการบูรณาการความร่วมมือกับองค์กรภายนอก เป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้การพัฒนาเป็นไปอย่างต่อเนื่องและยั่งยืน นอกจากการแก้ไขความทุพพลภาพของกำลังพลกองทัพบกจากภาวะด้านกระดูกและข้อ เทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติยังสามารถประยุกต์ใช้ในงานอื่น ได้แก่ ด้านทันตกรรม ด้านศัลยกรรมตกแต่ง ด้านประสาทศัลยศาสตร์ และอีกหลายสาขา การขยายขีดความสามารถของศูนย์การพิมพ์สามมิติในงานด้านอื่น จะทำให้เกิดประโยชน์ต่อผู้ป่วยในวงกว้างได้ เช่นเดียวกับศูนย์การพิมพ์สามมิติที่มีชื่อเสียงในระดับนานาชาติ[19] นอกจากนั้น ยังช่วยเพิ่มประสบการณ์ของบุคลากร ลดค่าใช้จ่าย และทำให้ใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ได้อย่างคุ้มค่า

จากแนวทางการพัฒนาต่อยอดการสร้างนวัตกรรมและสิ่งประดิษฐ์ใหม่ให้เกิดความต่อเนื่องและยั่งยืนในอนาคต ซึ่งได้นำเสนอในหลายประเด็น ได้แก่ การพัฒนาสิ่งประดิษฐ์ใหม่ การพัฒนาขีดความสามารถในการผลิต การพัฒนาการกระบวนการผลิตให้มีมาตรฐาน การพัฒนาบุคลากร การจดสิทธิบัตร การประชาสัมพันธ์ และการบูรณาการระบบการประสานงาน อาจไม่สามารถดำเนินการได้พร้อมกัน จำเป็นต้องวางแผนการดำเนินการเป็นลำดับขั้นตามความสำคัญและความเร่งด่วน โดยมีเป้าหมายสอดคล้องกับวิสัยทัศน์ และพันธกิจที่ได้กำหนดขึ้น

การผลิตเครื่องมือแพทย์และเวชภัณฑ์ด้านสุขภาพ นับเป็นหนึ่งในอุตสาหกรรมด้านการแพทย์ครบวงจร ซึ่งจัดอยู่ใน 10 อุตสาหกรรม เป้าหมายเพื่อการขับเคลื่อนเศรษฐกิจในอนาคต เนื่องจากในช่วงตั้งแต่ปี พ.ศ 2549-2557 ประเทศไทยมีการขยายตัวด้านอุตสาหกรรมเฉลี่ยเพียงประมาณร้อยละ 2 ต่อปี ซึ่งไม่เพียงพอต่อการขับเคลื่อนทางเศรษฐกิจ คณะรัฐมนตรีจึงมีมติกำหนดกลุ่มเป้าหมายอุตสาหกรรมในปี

2558 เพื่อส่งเสริมการลงทุนในประเทศ ทำให้มีศักยภาพในการขับเคลื่อนเศรษฐกิจได้อย่างก้าวกระโดดและเพิ่มรายได้ของประชากร[24] การนำนวัตกรรมอุปกรณ์ในการรักษาด้านกระดูกและข้อจากเทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติ ซึ่งกระบวนการผลิตทั้งหมดสามารถทำได้เองภายในประเทศมาใช้งาน ถือเป็นการสะท้อนถึงการพึ่งพาตนเอง สร้างงานสร้างรายได้ ลดการนำเข้าจากต่างประเทศ และในอนาคตอาจมุ่งสู่เชิงพาณิชย์ได้ เป็นการนำพาประเทศไปสู่ความมั่นคง มั่งคั่งและยั่งยืนต่อไป

บทที่ 4

บทสรุป

แนวทางสำคัญที่ได้จากการวิจัย

จากการศึกษาพบการใช้เทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติเพื่อแก้ไขความทุพพลภาพจากปัญหากระดูกและข้อของกำลังพลกองทัพบกมี 3 รูปแบบ คือ อุปกรณ์การรักษาที่ใช้ภายในร่างกาย อุปกรณ์การรักษาที่ใช้ภายนอกร่างกาย และเครื่องมือแพทย์/เครื่องมือที่นำมาใช้ผ่าตัด ซึ่งสอดคล้องกับการใช้งานในหลายประเทศ โดยมีประสิทธิผลของการรักษาเป็นที่น่าพอใจและมีผลข้างเคียงน้อย พบปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินการในด้านทรัพยากรและการบริหารจัดการ จากการวิเคราะห์สภาวะแวดล้อมพบว่าแนวทางการบริหารเชิงรุกจะก่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อกำลังพลและสามารถทำได้ในระยะแรกคือการจัดตั้งศูนย์การพิมพ์สามมิติ โรงพยาบาลพระมงกุฎเกล้า ซึ่งมีความสอดคล้องกับการดำเนินงานในต่างประเทศที่ประสบความสำเร็จ จากการประเมินความเป็นไปได้ ศูนย์ดังกล่าวมีโอกาสจัดตั้งได้สำเร็จ หากได้รับการสนับสนุนงบประมาณในการซ่อมบำรุงและจัดหาวัสดุสิ้นเปลืองที่ใช้ในการผลิต และมีบุคลากรที่ทำหน้าที่ติดต่อประสานงานกับผู้รับบริการและหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้สามารถดำเนินงานได้อย่างต่อเนื่องและมีประสิทธิภาพ สำหรับแนวทางการพัฒนาต่อยอดการสร้างนวัตกรรมและสิ่งประดิษฐ์ใหม่ให้เกิดความต่อเนื่องและยั่งยืนในอนาคตนั้น ได้นำเสนอในหลายประเด็น ประกอบด้วย การพัฒนาสิ่งประดิษฐ์ใหม่ การพัฒนาขีดความสามารถในการผลิต การพัฒนาการกระบวนการผลิตที่มีมาตรฐาน การพัฒนาบุคลากร การจดสิทธิบัตร การประชาสัมพันธ์ และการบูรณาการระบบการประสานงาน

ข้อเสนอแนะที่ได้จากการวิจัย

ข้อมูลจากงานวิจัยครั้งนี้ สามารถนำไปประยุกต์ใช้เพื่อให้การใช้เทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติในการแก้ไขความทุพพลภาพจากปัญหากระดูกและข้อของกำลังพลกองทัพบกเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ มีความต่อเนื่องและยั่งยืน นอกจากนั้น ยังสามารถนำไปประยุกต์ปรับใช้ในโรงพยาบาลของรัฐแห่งอื่น เพื่อการแก้ไขภาวะทุพพลภาพของ

พลเรือน และประชาชนทั่วไป เป็นการยกระดับขีดความสามารถของประเทศด้านการสร้างนวัตกรรมจากเทคโนโลยีดังกล่าว นับเป็นการเพิ่มโอกาสในการพัฒนาและเพิ่มศักยภาพของประเทศที่สามารถพึ่งพาตนเองได้ และสามารถปรับตัวให้สามารถรับมือกับความท้าทายที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์โลกในปัจจุบันที่มีความผันผวนและสลับซับซ้อน

ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยครั้งต่อไป

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ใช้รูปแบบการศึกษาเชิงคุณภาพ โดยมุ่งศึกษาข้อมูลจากเอกสารและการสัมภาษณ์เกี่ยวกับประสบการณ์และความคิดเห็นของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญและแพทย์เฉพาะทาง ในการศึกษาต่อไปควรพิจารณาศึกษาเพิ่มเติม ในรูปแบบการศึกษาวิจัยเชิงปริมาณ เพื่อให้ได้ข้อมูลแจกแจงเกี่ยวกับจำนวนผู้ป่วยที่ได้รับการรักษา ผลการรักษาที่สามารถวัดผลเป็นคะแนนจากการติดตามผู้ป่วยโดยตรง เพื่อวัดประสิทธิผลของการรักษาอุปกรณ์แต่ละชนิดในเชิงสถิติ และการวิจัยด้านความคุ้มค่าของการใช้เทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติในการรักษาที่ได้นำมาใช้ในแต่ละรูปแบบ เพื่อใช้ประกอบการพิจารณาการเลือกใช้งานที่เหมาะสมในอนาคตต่อไป

เอกสารอ้างอิง

[1] กองทัพบก. วิสัยทัศนและพันธกิจของกองทัพบก [อินเทอร์เน็ต]. 2563 [เข่าถึงเมื่อ 15 ธ.ค. 2564]. เข่าถึงได่จาก: http://www.rta.mi.th/rta_website/index.php/about1/vision-and-mission-1

[2] กรมแพทย์ทหารบก. ระบบสถิติข้อมูลการให้บริการของหน่วยสายแพทย์ (AMEDstat). รายงานจำนวนผู้ป่วยที่ปลดพิการของสายแพทย์ ทบ.จำแนกตามกองทัพภาค/ปีงบประมาณ[อินเทอร์เน็ต]. 2564 [เข้าถึงเมื่อ 15 ธ.ค. 2564]. เข้าถึงได้จาก: http://58.137.162.170/amed/security/?returnUrl=http%3a%2f%2f58.137.162.170%2famed

[3] Baldwin J. Countries that are leading the way in 3D Printing [Internet]. 2021 [cited 2021 Apr 15]. Available from: https://blog.grabcad.com/blog/2021/07/21/countries-that-are-leading-the-way-in-3d-printing/

[4] AM Around the World: How Mature is 3D Printing in the Asia-Pacific Region? [Internet]. 2019 [cited 2022 Apr 15]. Available from: https://amfg.ai/2019/11/20/am-around-the-world-how-mature-is-3d-printing-in-the-asia-pacific-region/

[5] Ibrahim AM, Jose RR, Rabie AN, Gerstle TL, Lee BT, Lin SJ. Three-dimensional Printing in Developing Countries. Plast Reconstr Surg Glob Open 2015; 3(7): e443.

[6] กรมแพทย์ทหารบก. แพทย์ทหารบกผ่าตัดกระดูกเทียมไทเทเนียมที่นิ้วหัวแมมือรายแรกของโลก. วารสารยุทธโกษ 2559; 124: 56

[7] Luenam S, Kosiyatrakul A, Hansudewechakul C, Phakdeewisetkul K, Lohwongwatana B, Puncreobutr C. The Patient-Specific Implant Created with 3D Printing Technology in Treatment of the Irreparable Radial Head in Chronic Persistent Elbow Instability. Case Rep Orthop 2018; 2018: 9272075.

[8] Luenam S, Kosiyatrakul A, Phakdeewisetkul K, Puncreobutr C. The patient-specific implant created with 3D printing technology in treatment of a severe open distal

humerus fracture with complete loss of the lateral column. J Orthop Surg (Hong Kong) 2020; 28: 2309499020960251.

[9] ยุทธศาสตร์ชาติ พ.ศ. 2561-2580. (13 ตุลาคม 2561). ราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศราชกิจจานุเบกษา. 135(82 ก).

[10] แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่สิบสอง พ.ศ. 2560-2564 สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ สำนักนายกรัฐมนตรี

[11] Luenam S, Vongvanichvathana A, Kosiyatrakul A, Kongphanich C, Chanpoo M, Koonchornboon T, Phakdeewisetkul K, Lohwongwatana B, Puncreobutr C. Matching precision of the reverse contralateral radial head in generating of the individualized prosthesis from the surface registration in tuberosity-neck and in tuberosity-diaphysis. J Orthop Surg (Hong Kong). 2019; 27: 2309499018821774.

[12] Luenam S, Bantuchai T, Kosiyatrakul A, Chanpoo M, Phakdeewisetkul K, Puncreobutr C. Precision of computed tomography and cartilage-reproducing image reconstruction method in generating digital model for potential use in 3D printing of patient-specific radial head prosthesis: a human cadaver study. 3D Print Med. 2021; 7: 3.

[13] Punyaratabandhu T, Lohwongwatana B, Puncreobutr C, Kosiyatrakul A, Veerapan P, Luenam S. A Patient-Matched Entire First Metacarpal Prosthesis in Treatment of Giant Cell Tumor of Bone. Case Rep Orthop. 2017; 2017: 4101346.

[14] Punyaratabandhu T, Liacouras PC, Pairojboriboon S. Using 3D models in orthopedic oncology: presenting personalized advantages in surgical planning and intraoperative outcomes. 3D Print Med. 2018; 4: 12.

[15] วิษณุ มั่งคั่ง. แนวทางการพัฒนาอตุสาหกรรมป้องกันประเทศภายใต้กรอบยทุธศาสตร์ชาติ 20 ปี. วารสารสถาบันวิชาการป้องกันประเทศ 2560; 8: 7-17.

[16] Ryu J, Brittberg M, Nam B, Chae J, Kim M, Colon Iban Y, Magneli M, Takahashi E, Khurana B, Bragdon CR. Evaluation of Three-Dimensional Bioprinted Human

Cartilage Powder Combined with Micronized Subcutaneous Adipose Tissues for the Repair of Osteochondral Defects in Beagle Dogs. Int J Mol Sci 2022; 23: 2743.

[17] Wong RMY, Wong PY, Liu C, Chung YL, Wong KC, Tso CY, Chow SK, Cheung WH, Yung PS, Chui CS, Law SW. 3D printing in orthopaedic surgery: a scoping review of randomized controlled trials. Bone Joint Res 2021; 10: 807-19.

[18] Little BS. WRNMMC's 3D MAC Director Earns Industry Achievement Award [Internet]. 2021 [cited 2021 Apr 15]. Available from:

https://walterreed.tricare.mil/News-Gallery/Articles/Article/2485344/wrnmmcs-3d-mac-director-earns-industry-achievement-award

[19] Walter Reed National Military Medical Center. 3-D Medical Application Center (3-D MAC) [Internet]. 2021 [cited 2021 Apr 15]. Available from:

https://walterreed.tricare.mil/About-Us/Facilities/3-D-Medical-Application-Center-3-D-MAC

[20] Gross N. How 3D printers are cutting down surgery times and helping vets get mobility back at VA hospitals [Internet]. 2019 [cited 2021 Apr 15]. Available from: https://www.militarytimes.com/veterans/2019/02/07/how-3d-printers-are-cutting-down-surgery-times-and-helping-vets-get-their-mobility-back-at-va-hospitals

[21] Mearian L. Military hospitals adopt 3D printers to create custom prosthetic hands, arms and legs [Internet]. 2017 [cited 2021 Apr 15]. Available from: https://www.digitalartsonline.co.uk/news/printing/military-hospitals-adopt-3d-printers-create-custom-prosthetic-hands-arms-legs

[22] Chen J. 3D Printing In Hospitals A Beginner's Guide [Internet]. 2020 [cited 2021 Apr 15]. Available from: https://3dheals.com/3d-printing-in-hospitals-a-beginners-guide/

[23]พลตรี ศรชัย กาญจนสูตร. การวิจัยและพัฒนาต้นแบบผลงานวิจัยทางทหารไปสู่การผลิตเพื่อนำไปใช้ประโยชน์อย่างเป็นรูปธรรม. กรุงเทพฯ: วิทยาลัยป้องกันราชอาณาจักร 2560.

[24] สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา. 10 อุตสาหกรรมเป้าหมาย กลไกขับเคลื่อนเศรษฐกิจเพื่ออนาคต [อินเทอร์เน็ต]. 2565 [เข้าถึงเมื่อ 15 เมษายน 2565]. เข้าถึงได้จาก: http://eec.vec.go.th/th-th/

ประวัติย่อผู้วิจัย

ยศ ชื่อ พันเอก สุริยา ลือนาม

วัน เดือน ปีเกิด 23 มีนาคม 2517

ประวัติสำเร็จการศึกษา

พ.ศ. 2540 แพทยศาสตร์บัณฑิต วิทยาลัยแพทยศาสตร์พระมงกุฎเกล้า
(เกียรตินิยม อันดับ 1 เหรียญทอง)

พ.ศ. 2545 วุฒิบัตรผู้เชี่ยวชาญสาขาศัลยศาสตร์ออร์โธปิดิกส์

พ.ศ. 2548 hand and microvascular surgery visiting fellowship,
E-DA hospital, Koushiang, Taiwan

พ.ศ. 2551 hand and upper extremity clinical fellowship,
Queen's university, Canada

ประวัติการทำงาน

พ.ศ. 2540 - 2541 นายแพทย์แผนกศัลยกรรม โรงพยาบาลค่ายพระยอดเมืองขวาง

พ.ศ. 2545 - 2547 นายแพทย์แผนกศัลยกรรม โรงพยาบาลค่ายกาวิละ

พ.ศ. 2547 - 2563 ศัลยแพทย์โรคกระดูก โรงพยาบาลพระมงกุฎเกล้า

พ.ศ. 2563 - 2564 รองผู้อำนวยการกองออร์โธปิดิกส์ โรงพยาบาลพระมงกุฎเกล้า

ตำแหน่งปัจจุบัน

พ.ศ. 2557 – ปัจจุบัน รองศาสตราจารย์

พ.ศ. 2564 – ปัจจุบัน หัวหน้าภาควิชาศัลยศาสตร์ออร์โธปิดิกส์
วิทยาลัยแพทยศาสตร์พระมงกุฎเกล้า