

**นวัตกรรมการขนส่งทางอากาศเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการส่งกลับทางการแพทย์
ของนักบินทหารบก**

**AIR TRANSPORT INNOVATION FOR ENHANCING MEDICAL EVACUATION
OF ARMY AVIATORS**

ศุภวิชญ์ อะตะมะ¹ ธงชัย จีระดิษฐ์²

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อศึกษารูปแบบ บทบาท และแนวทางการนำนวัตกรรมการขนส่งทางอากาศมาใช้ในการเพิ่มประสิทธิภาพการส่งกลับทางการแพทย์ของนักบินทหารบก 2) เพื่อวิเคราะห์ปัจจัยด้านเทคโนโลยี มนุษย์ และการจัดการเชิงระบบที่มีผลต่อความสำเร็จหรืออุปสรรคในการประยุกต์ใช้นวัตกรรมการขนส่งทางอากาศในภารกิจส่งกลับทางการแพทย์ 3) เพื่อสังเคราะห์แนวทางการพัฒนาระบบการส่งกลับทางการแพทย์ด้วยนวัตกรรมการขนส่งทางอากาศให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น โดยเชื่อมโยงกับมิติของโลจิสติกส์การแพทย์ การบริหารเวลา และการจัดสรรทรัพยากรอย่างเหมาะสมตามมาตรฐานสากล งานวิจัยเป็นการวิจัยเชิงคุณภาพ ใช้เครื่องมือคือแบบสัมภาษณ์เชิงลึก โดยผู้ให้ข้อมูลสำคัญ 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มผู้ปฏิบัติการภารกิจส่งกลับสายแพทย์ กลุ่มผู้บริหารและผู้มีส่วนเกี่ยวข้องด้านนโยบาย/การจัดการ และกลุ่มผู้เชี่ยวชาญด้านการแพทย์ฉุกเฉิน รวมทั้งสิ้น 10 คน จากนั้นจึงนำข้อมูลมาวิเคราะห์เชิงพรรณนาและสังเคราะห์ข้อสรุปอย่างเป็นระบบ

ผลการวิจัยพบว่า นวัตกรรมการขนส่งทางอากาศมีบทบาทสำคัญในการเพิ่มความปลอดภัยและประสิทธิภาพของภารกิจส่งกลับผู้ป่วย โดยช่วยลดความเสี่ยง เพิ่มความแม่นยำในการตัดสินใจ และสนับสนุนการปฏิบัติการในสภาพแวดล้อมที่ท้าทาย ทั้งนี้ การฝึกอบรมและจำลองสถานการณ์ถือเป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยเสริมความพร้อมของบุคลากรและลดความผิดพลาดในการปฏิบัติการ ปัจจัยสนับสนุนที่สำคัญ ได้แก่ ความพร้อมและความน่าเชื่อถือของอากาศยานและอุปกรณ์ทางการแพทย์ ทักษะและความชำนาญของนักบินและทีมแพทย์ การฝึกอบรมอย่างต่อเนื่อง และการสนับสนุนด้านงบประมาณและนโยบาย ขณะที่อุปสรรคที่พบ ได้แก่ ข้อจำกัดด้านภูมิประเทศและสภาพอากาศ ความซับซ้อนของเทคโนโลยี และข้อจำกัดด้านสื่อสารและข้อมูลในพื้นที่ห่างไกล และแนวทางการพัฒนาการที่สรุปได้จากผู้เชี่ยวชาญคือ การปรับปรุงอุปกรณ์และระบบอากาศยานให้เหมาะสมกับภารกิจ พัฒนาการฝึกอบรมและการจำลองสถานการณ์ และสร้างมาตรฐานปฏิบัติการแบบสากล เพื่อให้การส่งกลับผู้ป่วยมีความปลอดภัยและมีประสิทธิภาพสูงสุด

คำสำคัญ: นวัตกรรมการขนส่งทางอากาศ, การส่งกลับทางการแพทย์, นักบินทหารบก, ความเสี่ยง

¹ Aviation Personnel Development Institute, Kasem Bundit University, Corresponding Author, Email Address: chopsupawit30@gmail.com

² Aviation Personnel Development Institute, Kasem Bundit University, Email Address: thongchai.jee@kbu.ac.th

Abstract

The objectives of this research are (1) to study the patterns, roles, and approaches for applying air transport innovations to enhance the efficiency of aeromedical evacuation missions conducted by Army pilots; (2) to analyze the technological, human, and systemic management factors that influence the success or pose obstacles to the application of air transport innovations in aeromedical evacuation missions; and (3) to synthesize guidelines for developing a more efficient aeromedical evacuation system through the integration of air transport innovations, linking with the dimensions of medical logistics, time management, and appropriate resource allocation in accordance with international standards. This research is a qualitative study employing in-depth interviews as the primary research instrument. The key informants are divided into three groups: the group of aeromedical evacuation operators, the group of administrators and stakeholders involved in policy and management, and the group of emergency medicine experts, with a total of ten participants. The collected data were then analyzed descriptively and systematically synthesized to draw conclusions.

The findings revealed that air transport innovations play a crucial role in improving the safety and efficiency of patient evacuation missions by reducing risks, enhancing decision-making accuracy, and supporting operations in challenging environments. Training and simulation were identified as critical factors in strengthening personnel readiness and minimizing operational errors. Key supporting factors included the reliability and readiness of aircraft and medical equipment, the skills and expertise of pilots and medical teams, continuous training, and policy as well as budgetary support. The obstacles identified were geographical and weather limitations, technological complexity, and communication and information constraints in remote areas. Development guidelines suggested by experts emphasized the adaptation of equipment and aviation systems to mission requirements, enhancement of training and simulation programs, and the establishment of international-standard operating procedures to ensure maximum safety and efficiency in medical evacuation.

Keywords: Air transport innovation, Medical evacuation, Army aviators, Risk

บทนำ

อากาศยานได้กลายเป็นเครื่องมือสำคัญในการพัฒนามนุษยชาติ โดยเฉพาะในภารกิจด้านการแพทย์ฉุกเฉินซึ่งต้องอาศัยความเร็ว ความแม่นยำ และความปลอดภัยสูงสุดในการรักษาชีวิตผู้ป่วย แนวคิดเรื่องการลำเลียงผู้ป่วยทางอากาศ (Aeromedical Evacuation: AE) เริ่มขึ้นตั้งแต่คริสต์ศตวรรษที่ 19 และได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง โดยในปี ค.ศ. 1916 กองทัพอากาศได้นำเครื่องบินมาดัดแปลงติดตั้งปลานอนเพื่อเคลื่อนย้ายผู้ป่วยชาวเซอร์เบียออกจากสนามรบ ถือเป็นจุดเริ่มต้นของการใช้เครื่องบินเพื่อวัตถุประสงค์ทางการแพทย์อย่างเป็นทางการอย่างเป็นระบบ ต่อมาในช่วงสงครามโลกครั้งที่สอง การลำเลียงผู้บาดเจ็บทางอากาศได้รับการจัดตั้งเป็นหน่วยงานเฉพาะ เช่น The 38th Medical Air Ambulance Squadron ของกองทัพสหรัฐฯ ซึ่งสามารถเคลื่อนย้ายผู้บาดเจ็บได้มากกว่าหนึ่งล้านคนภายในเวลาเพียงสามปี (US Army Medical Department, 2009) พัฒนาการดังกล่าวได้ก่อให้เกิดการใช้งานเฮลิคอปเตอร์ในภารกิจ MEDEVAC อย่างแพร่หลายในสงครามเกาหลีและเวียดนาม โดยเฉพาะ Bell 47 และ Bell UH-1 (Huey) ซึ่งช่วยลดระยะเวลาการนำส่งผู้บาดเจ็บลงกว่า 50% และเพิ่มอัตราการรอดชีวิตขึ้นอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับยุทธวิธีทางการแพทย์สนามใน

อดีต (Mabry & Holcomb, 2005) ความสำเร็จนี้ได้กลายเป็นพื้นฐานสำคัญของระบบ Helicopter Emergency Medical Services (HEMS) ในภาคพลเรือนของหลายประเทศ เช่น REGA (สวิตเซอร์แลนด์, ค.ศ. 1952) และ ADAC Luftrettung (เยอรมนี, ค.ศ. 1970)

นวัตกรรมทางการแพทย์ (Medical Innovation) และเทคโนโลยีการบินได้กลายเป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยยกระดับห่วงโซ่อุปทานทางการแพทย์ (Medical Logistics Chain) โดยเฉพาะในมิติของ การบริหารเวลา (Lead Time) ในการขนส่งผู้ป่วย การจัดสรรทรัพยากร (Resource Allocation) ทั้งบุคลากร อุปกรณ์ และยานพาหนะ รวมถึงการลดความสูญเสียในกระบวนการเคลื่อนย้าย (Loss Reduction) การบูรณาการเทคโนโลยีอากาศยาน เช่น ระบบ Avionics ที่ทันสมัย ระบบนำร่องดาวเทียมแบบ GNSS, RNP และ SBAS กล้องมองกลางคืน (NVG) และเรดาร์ตรวจอากาศ ช่วยให้การปฏิบัติการเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น ทั้งในด้านความเร็ว ความแม่นยำ และความปลอดภัย

สำหรับประเทศไทย ระบบการแพทย์ฉุกเฉินทางอากาศเริ่มมีการพัฒนาอย่างจริงจังในปี พ.ศ. 2552 ภายใต้การดำเนินงานของสถาบันการแพทย์ฉุกเฉินแห่งชาติ (สพฉ.) ร่วมกับหน่วยงานด้านความมั่นคง เช่น กองทัพบก กองทัพอากาศ กองทัพเรือ ตลอดจนโรงพยาบาลเอกชน เพื่อให้การช่วยเหลือผู้ป่วยในพื้นที่ทุรกันดารสามารถเข้าถึงระบบบริการแพทย์ฉุกเฉินได้อย่างเท่าเทียม (สพฉ., 2555) อย่างไรก็ตาม เมื่อเปรียบเทียบกับต่างประเทศ เช่น เยอรมนี ซึ่งมีเฮลิคอปเตอร์ฉุกเฉินประจำการกว่า 80 ลำทั่วประเทศ และมีระยะเวลาเฉลี่ยในการเข้าถึงผู้ป่วยไม่เกิน 10 นาที (ADAC Luftrettung, 2022) ระบบของไทยยังมีข้อจำกัดในด้านจำนวนอากาศยาน บุคลากรเฉพาะทาง และโครงสร้างพื้นฐานของจุดรับ-ส่งผู้ป่วยทางอากาศ (Helipad Network) ซึ่งส่งผลต่อประสิทธิภาพของห่วงโซ่อุปทานทางการแพทย์โดยรวม

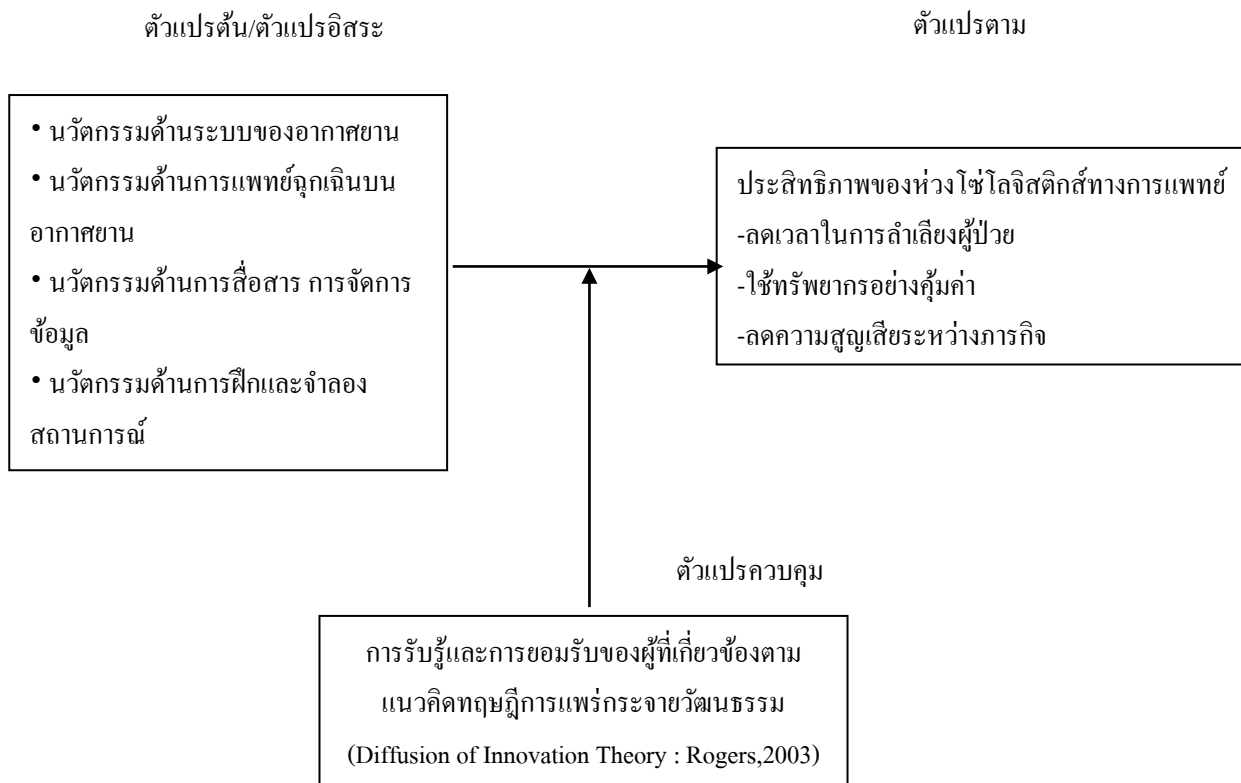
ในบริบทของกองทัพไทย แม้ว่าหน่วยบินทหารบกจะมีบทบาทสำคัญในการสนับสนุนภารกิจส่งกลับสายแพทย์ทางอากาศ โดยเฉพาะในพื้นที่ห่างไกลหรือในสถานการณ์ภัยพิบัติ แต่ยังคงขาดงานวิจัยเชิงประจักษ์ที่ศึกษาอย่างลึกซึ้งถึง ปัจจัยเชิงเทคนิค ปัจจัยมนุษย์ และการบริหารจัดการนวัตกรรมการขนส่งทางอากาศ ที่ส่งผลต่อความปลอดภัยและประสิทธิภาพของภารกิจ การศึกษาที่ผ่านมาในประเทศไทยมักมุ่งเน้นด้านนโยบายหรือระบบบริการฉุกเฉินของภาคพลเรือน ขณะที่ข้อมูลภาคสนามของหน่วยทหารยังมีอยู่อย่างจำกัด

ดังนั้นการศึกษานวัตกรรมขนส่งทางอากาศในมิติของประสบการณ์การใช้งานจริง มุมมองของนักบินทหารบก และบุคลากรที่เกี่ยวข้อง จึงเป็นสิ่งจำเป็นเพื่อทำความเข้าใจศักยภาพ อุปสรรค และแนวทางพัฒนาที่เหมาะสมต่อการเพิ่มประสิทธิภาพภารกิจส่งกลับทางการแพทย์ ผลการวิจัยนี้คาดว่าจะมีส่วนช่วยพัฒนาระบบการแพทย์ฉุกเฉินทางทหารให้มีความทันสมัย สอดคล้องกับมาตรฐานสากล และสามารถรองรับสถานการณ์ที่ซับซ้อนและเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วได้อย่างมีประสิทธิภาพ

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษารูปแบบ บทบาท และแนวทางการนำ นวัตกรรมขนส่งทางอากาศมาใช้ในการเพิ่มประสิทธิภาพการส่งกลับทางการแพทย์ของนักบินทหารบก
2. เพื่อวิเคราะห์ปัจจัยด้านเทคโนโลยี มนุษย์ และการจัดการเชิงระบบที่มีผลต่อความสำเร็จหรืออุปสรรคในการประยุกต์ใช้นวัตกรรมขนส่งทางอากาศในภารกิจส่งกลับทางการแพทย์
3. เพื่อสังเคราะห์แนวทางการพัฒนาระบบการส่งกลับทางการแพทย์ด้วยนวัตกรรมขนส่งทางอากาศให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น โดยเชื่อมโยงกับมิติของโลจิสติกส์การแพทย์ การบริหารเวลา และการจัดสรรทรัพยากรอย่างเหมาะสมตามมาตรฐานสากล

กรอบแนวคิดการวิจัย



แนวคิด ทฤษฎี และเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษา นวัตกรรมด้านการขนส่งทางอากาศเพื่อการส่งกลับทางการแพทย์ (Aeromedical Evacuation: MEDEVAC) มีความสำคัญต่อการเสริมสร้างสมรรถนะของหน่วยบินทหารบก เนื่องจากการกิจดังกล่าวเกี่ยวข้องกับโดยตรงกับการรักษาชีวิตผู้ป่วยและการสนับสนุนด้านมนุษยธรรมในสถานการณ์ฉุกเฉิน งานวิจัยจำนวนมากทั้งในและต่างประเทศได้ชี้ให้เห็นถึงปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อความสำเร็จของการส่งกลับทางการแพทย์

การแพร่กระจายนวัตกรรม (Diffusion of Innovation)

นวัตกรรม (Innovation) เป็นกระบวนการหรือผลลัพธ์ของการสร้างสรรค์สิ่งใหม่ที่มีคุณค่าและสามารถตอบสนองความต้องการหรือแก้ปัญหาได้ดีกว่าระบบเดิม (Rogers, 2003) ในบริบทของการขนส่งทางอากาศเพื่อการแพทย์ นวัตกรรมถือเป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยเพิ่มความรวดเร็ว ความปลอดภัย และคุณภาพการดูแลผู้ป่วยในภารกิจส่งกลับทางการแพทย์ฉุกเฉิน โดยนวัตกรรมสามารถแบ่งออกเป็นหลายมิติ ทั้งด้านเทคโนโลยี ระบบการจัดการบุคลากร และมาตรฐานปฏิบัติ Rogers (2003) ให้ความหมายว่านวัตกรรมคือ “แนวคิด เครื่องมือหรือกระบวนการใหม่ที่ผู้คนรับมาใช้เพื่อสร้างคุณค่า” ในงานด้านการแพทย์ทางอากาศ นวัตกรรมหมายถึงการพัฒนาอากาศยานเฉพาะกิจการติดตั้งอุปกรณ์การแพทย์ และการนำเทคโนโลยีดิจิทัลมาช่วยในการสื่อสารและจัดการข้อมูลผู้ป่วย เพื่อให้การปฏิบัติการมีประสิทธิภาพและปลอดภัย

ทฤษฎียอมรับนวัตกรรม (Diffusion of Innovation Theory)

ทฤษฎีของ Rogers (2003) ซึ่งให้เห็นว่า การนำเทคโนโลยีหรือแนวคิดใหม่ไปใช้จริงขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น ความสามารถในการสังเกตและเข้าใจว่านวัตกรรมมีประโยชน์และแตกต่างจากวิธีเดิม ความง่ายในการใช้นวัตกรรม ต้องไม่ซับซ้อนเกินไป เพื่อให้ผู้ใช้สามารถเรียนรู้และปรับตัวได้ และระดับการสนับสนุนจากองค์กรและสังคม การสนับสนุนเชิงนโยบายและทรัพยากรบุคคลากรมีผลต่อการใช้นวัตกรรม

นวัตกรรมด้านระบบของอากาศยาน

นวัตกรรมด้านระบบของอากาศยานมีบทบาทสำคัญต่อการเพิ่มความปลอดภัยและประสิทธิภาพในการปฏิบัติการกิจส่งกลับทางการแพทย์ของนักบินทหารบก โดยเฉพาะ ระบบ HTAWS (Helicopter Terrain Awareness and Warning System) ที่ช่วยลดความเสี่ยงจากอุบัติเหตุประเภท Controlled Flight Into Terrain (CFIT) ซึ่งเป็นสาเหตุการสูญเสียหลักของภารกิจการบินเฮลิคอปเตอร์ในสภาพภูมิประเทศซับซ้อนหรือทัศนวิสัยต่ำ งานวิจัยของ UK CAA (CAP 1519) ซึ่งให้เห็นว่า การพัฒนาระบบ HTAWS ที่มี Classic Modes สามารถช่วยลดอุบัติเหตุได้จริง และเหมาะสมกับการใช้งานในภารกิจ HEMS และ offshore operations (SKYbrary, 2020)

ในขณะเดียวกัน ระบบ GPS และแนวคิด Performance-Based Navigation (PBN) ช่วยเพิ่มความแม่นยำในการนำทางและลดข้อจำกัดของการบินแบบดั้งเดิม โดยเฉพาะในการปฏิบัติการในพื้นที่ห่างไกลหรือสนามบินที่ไม่มีสถานีนำทางภาคพื้น (ICAO, 2013) การประยุกต์ใช้ RNAV และ RNP ทำให้การบินของเฮลิคอปเตอร์ฉุกเฉินมีความปลอดภัยมากขึ้นและสามารถเข้าถึงพื้นที่เป้าหมายได้รวดเร็วขึ้น ส่งผลโดยตรงต่อความสำเร็จในการช่วยเหลือชีวิตผู้ป่วย (Jensen & Hansen, 2019)



ภาพที่ 1 เฮลิคอปเตอร์ (Helicopter Emergency Medical Services) พร้อมอุปกรณ์พยาบาลขนส่งทางอากาศ

ที่มา: <https://www.facebook.com/share/1Ba3BrXth3/>

นวัตกรรมด้านการแพทย์ฉุกเฉินบนอากาศยาน

อากาศยานปีกหมุนที่ใช้ในภารกิจ Helicopter Emergency Medical Services (HEMS) ได้รับการออกแบบให้มีห้องโดยสารขนาดใหญ่และระบบ modular cabin interior เพื่อรองรับการติดตั้งอุปกรณ์ทางการแพทย์ที่จำเป็นต่อการดูแลผู้ป่วยระหว่างการลำเลียง โดยนวัตกรรมสำคัญ ได้แก่ ระบบตรวจวัดสัญญาณชีพไร้สาย เครื่องช่วยหายใจขนย้าย (Transport Ventilator) Smart Infusion Pump เครื่องกระตุ้นหัวใจ (Defibrillator/AED) และระบบโมดูลาร์ซีดีอุปกรณ์ทางการแพทย์ ซึ่งช่วยเพิ่มความแม่นยำ ความปลอดภัย และความคล่องตัวในการดูแลผู้ป่วยวิกฤติในสภาวะแวดล้อมที่ซับซ้อนของการบิน (Smith, 2021; SKYbrary, 2020) ตาม Air Medical Transport Innovation Model (Smith, 2021) การผสมผสานเทคโนโลยีการบินและอุปกรณ์การแพทย์ช่วยให้ผู้ป่วยได้รับการดูแลทันที ลดเวลาการส่งต่อ และเพิ่มโอกาสรอดชีวิต

นวัตกรรมด้านการสื่อสารและการจัดการข้อมูล

การสื่อสารและการจัดการข้อมูลถือเป็นหัวใจสำคัญของภารกิจการแพทย์ทางอากาศ โดยระบบ VHF/UHF ใช้ในการติดต่อระหว่างอากาศยาน หน่วยควบคุม และหน่วยกู้ภัย ซึ่งช่วยเพิ่มความปลอดภัยและความต่อเนื่องในการปฏิบัติการ (Chen & Park, 2020) ขณะเดียวกัน ระบบ Helionix ของ Airbus ถือเป็นตัวอย่างของ Integrated Modular Avionics (IMA) ที่บูรณาการการสื่อสาร การนำทาง การจัดการเที่ยวบิน และระบบเตือนภัยเข้าด้วยกัน โดยมีฟังก์ชันสำคัญ เช่น HTAWS, Synthetic Vision, Autopilot 4 แกน และ SAR Mode ซึ่งช่วยลดภาระงานของนักบิน เพิ่มการรับรู้สถานการณ์ และสนับสนุนภารกิจ MEDEVAC ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Airbus, 2021) การพัฒนาระบบสื่อสารและข้อมูลดังกล่าวจึงเป็นนวัตกรรมสำคัญที่ส่งเสริมความปลอดภัย ความรวดเร็ว และการจัดการข้อมูลที่แม่นยำในการส่งกลับทางการแพทย์

นวัตกรรมด้านการฝึกฝนและจำลองสถานการณ์

นวัตกรรมด้านการฝึกและจำลองสถานการณ์ โดยเฉพาะ Flight Simulator มีบทบาทสำคัญในการเพิ่มประสิทธิภาพการฝึกอบรมนักบิน ทั้งในด้านการลดต้นทุน การเสริมสร้างทักษะการตัดสินใจ และการเพิ่มความปลอดภัยของภารกิจ โดยสามารถจำลองสภาพแวดล้อมการบินจริง สถานการณ์ฉุกเฉิน และการติดต่อสื่อสารได้อย่างสมจริง (FAA, 2020) การใช้ Full-Flight Simulator (FFS), Flight Training Device (FTD) และ VR Simulator ช่วยให้นักบินสามารถฝึกในสภาวะที่เสี่ยงเกินกว่าจะปฏิบัติจริง เช่น สภาพอากาศเลวร้ายหรือเหตุขัดข้องทางเทคนิคของอากาศยาน (ICAO, 2019) ผลการวิจัยชี้ว่า การนำ flight simulation มาใช้ในอุตสาหกรรมการบินตั้งแต่ทศวรรษ 1970 ช่วยลดอัตราอุบัติเหตุทางอากาศได้ถึง 50% แม้จำนวนเที่ยวบินจะเพิ่มขึ้นกว่า 4 เท่า (Allerton & Lammertse, 2023) ขณะที่รายงานล่าสุดระบุว่า เทคโนโลยี AI และ VR-based simulator สามารถลดความผิดพลาดของนักบินในภาวะฉุกเฉินได้มากกว่า 20% เมื่อเทียบกับการฝึกในห้องเรียนทั่วไป (LinkedIn, 2025)

วิธีดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาด้านเอกสาร แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องของผู้วิจัยได้ทำการศึกษา วิเคราะห์ และสังเคราะห์ข้อมูลจากเอกสาร หนังสือ รายงานการวิจัย ตลอดจนทฤษฎีและกรอบแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับโลจิสติกส์ทางการแพทย์ นวัตกรรมการบิน และการส่งกลับสายแพทย์ทางอากาศ (Aeromedical Evacuation) เพื่อใช้เป็นพื้นฐานในการกำหนดกรอบแนวคิดการวิจัย โดยยึดกรอบแนวคิดทางทฤษฎี “ทฤษฎีการแพร่กระจายนวัตกรรม” (Diffusion of Innovation Theory) ของ Everett M. Rogers (2003) เป็นแนวทางในการวิเคราะห์และตีความผลการวิจัย โดยเฉพาะใน

มิติของการยอมรับนวัตกรรม (Adoption) และการแพร่กระจาย (Diffusion) ของเทคโนโลยีด้านการบินและการแพทย์ ในหน่วยทหาร

ขั้นตอนที่ 2 การคัดเลือกผู้ให้ข้อมูลสำคัญ (Key Informants) ผู้วิจัยใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) โดยคัดเลือกผู้ให้ข้อมูลที่มีความรู้ ความเชี่ยวชาญ และประสบการณ์ตรงในภารกิจส่งกลับสายแพทย์ทางอากาศ รวมจำนวน 10 ท่าน แบ่งเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ 1. กลุ่มนักบินทหารบก ที่มีประสบการณ์ในภารกิจส่งกลับสายแพทย์ทางอากาศ จำนวน 6 ท่าน (ครูการบินระดับกองทัพบก 2 ท่าน ครูการบินระดับหน่วย 2 ท่าน และผู้บังคับอากาศยานอาวุโส 2 ท่าน) 2. กลุ่มบุคลากรทางการแพทย์ (แพทย์ พยาบาล และเจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติการแพทย์ฉุกเฉิน) ที่มีส่วนร่วมในภารกิจดังกล่าว จำนวน 2 ท่าน 3. กลุ่มผู้บริหารและผู้เกี่ยวข้องด้านนโยบายหรือการจัดการ เช่น ผู้วางแผนภารกิจ นายทหารนิรภัยการบิน และเจ้าหน้าที่สนับสนุน จำนวน 2 ท่าน ผู้ให้ข้อมูลทั้งหมดได้รับการพิจารณาว่าครอบคลุมทุกมิติที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ด้านการบิน ด้านการแพทย์ และด้านการบริหารจัดการ เพื่อให้ข้อมูลที่ได้มีความหลากหลายและลึกซึ้งเพียงพอต่อการวิเคราะห์เชิงคุณภาพ ระยะเวลาการเก็บข้อมูลดำเนินการ ระหว่างเดือนกรกฎาคมถึงกันยายน พ.ศ. 2568

ขั้นตอนที่ 3 เครื่องมือวิจัยใช้แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง (Semi-structured Interview) จำนวน 3 ชุด ปรับให้เหมาะสมกับกลุ่มผู้ให้ข้อมูลแต่ละกลุ่ม ดังนี้

1. กลุ่มนักบินทหารบก (ครูการบินและผู้บังคับอากาศยาน)

แบบสัมภาษณ์มุ่งเน้นประเด็นด้านบทบาทและความสำคัญของนวัตกรรมระบบอากาศยานต่อการเพิ่มความปลอดภัยของภารกิจส่งกลับผู้ป่วยทางอากาศ รวมถึงข้อจำกัดในการใช้งานและผลกระทบต่อตัดสินใจของนักบิน

2. กลุ่มบุคลากรทางการแพทย์ (แพทย์และพยาบาล HEMS)

แบบสัมภาษณ์มุ่งศึกษาการใช้และการจัดการอุปกรณ์ทางการแพทย์บนอากาศยาน ตลอดจนบทบาทของนวัตกรรมที่ช่วยสนับสนุนการดูแลผู้ป่วยวิกฤติ และความเหมาะสมของระบบการจัดวางอุปกรณ์ต่อความปลอดภัยและประสิทธิภาพของภารกิจ

3. กลุ่มผู้บริหาร ผู้กำหนดนโยบาย และนายทหารนิรภัยการบิน

แบบสัมภาษณ์มุ่งเน้นการบริหารจัดการทรัพยากร การสนับสนุนด้านนโยบายและการบริหารเชิงระบบ การพัฒนาระบบสื่อสารและการจัดการข้อมูล ตลอดจนแนวทางการพัฒนาที่ส่งเสริมการใช้เทคโนโลยีและนวัตกรรมให้สอดคล้องกับมาตรฐานความปลอดภัยและประสิทธิภาพของการปฏิบัติการ

ขั้นตอนที่ 4 การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือผู้วิจัยนำแบบสัมภาษณ์เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาและผู้ทรงคุณวุฒิ เพื่อตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา (Content Validity) ความชัดเจนของภาษา และความเหมาะสม จากนั้นปรับปรุงก่อนนำไปใช้จริง

ขั้นตอนที่ 5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ผู้วิจัยขออนุญาตจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเพื่อเข้าพบผู้ให้ข้อมูล และชี้แจงวัตถุประสงค์ของการวิจัย

2. ดำเนินการสัมภาษณ์เชิงลึกแบบกึ่งโครงสร้าง ใช้เวลา 1-2 ชั่วโมงต่อคน โดยบันทึกเสียงและจดบันทึกประกอบ (เมื่อได้รับอนุญาต)

3. หากข้อมูลยังไม่ครบถ้วน ผู้วิจัยติดต่อสัมภาษณ์เพิ่มเติมเพื่อยืนยันความถูกต้อง

4. หลังการสัมภาษณ์ ผู้วิจัยถอดเทปเสียง (Transcription) และตรวจสอบความถูกต้องกับผู้ให้ข้อมูลโดยตรง

ขั้นตอนที่ 6 การตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูล (Data Validation) เพื่อให้ข้อมูลมีความน่าเชื่อถือ ผู้วิจัยใช้เทคนิคหลายประการ ได้แก่

1. การตรวจสอบจากผู้ใช้ข้อมูลกลับ (Member Checking) ส่งสรุปสาระสำคัญให้ผู้ให้ข้อมูลตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล
2. การตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญ (Peer Debriefing) ขอให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านการวิจัยเชิงคุณภาพและด้านการบินตรวจสอบกระบวนการวิเคราะห์ข้อมูล

ขั้นตอนที่ 7 การวิเคราะห์ข้อมูล ใช้การวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) โดยจำแนกหมวดหมู่ (Categorization) และตีความเชิงพรรณนา (Narrative Interpretation) ภายใต้กรอบของทฤษฎีการแพร่กระจายนวัตกรรมของ Rogers เพื่ออธิบายรูปแบบการยอมรับและการประยุกต์ใช้นวัตกรรมในการปฏิบัติการกิจส่งกลับสายแพทย์ทางอากาศ

ขั้นตอนที่ 8 การสรุปผลและการนำเสนอ ผู้วิจัยสรุปผลในประเด็นสำคัญเกี่ยวกับนวัตกรรมการขนส่งทางอากาศที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการส่งกลับสายแพทย์ทางอากาศ ทั้งด้านการปฏิบัติการบิน การแพทย์ และการบริหารจัดการ พร้อมเสนอแนวทางเชิงนโยบายและข้อเสนอแนะเพื่อการพัฒนาในอนาคตของกองทัพไทย

ผลการวิจัย

1. บทบาทและรูปแบบการนำนวัตกรรมการขนส่งทางอากาศมาใช้ในการปฏิบัติการกิจส่งกลับทางการแพทย์ การสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญพบว่า นวัตกรรมด้านระบบอากาศยาน อุปกรณ์ทางการแพทย์ และระบบสื่อสาร เป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยให้การกิจส่งกลับผู้ป่วยทางอากาศมีความปลอดภัยและมีประสิทธิภาพสูงขึ้น

1.1 นวัตกรรมด้านระบบอากาศยาน

การการบินและผู้บังคับอากาศยานให้ความเห็นว่า ระบบ Helionix Avionics, HTAWS, TCAS และ Synthetic Vision ช่วยลดความเสี่ยงในการปฏิบัติการกิจในสภาพแวดล้อมที่มีความซับซ้อนสูง เช่น การบินในพื้นที่ภูเขา ทัศนวิสัยต่ำ และการบินกลางคืน ระบบเหล่านี้ช่วยให้สามารถตัดสินใจได้รวดเร็ว ลดโอกาสเกิดอุบัติเหตุ CFIT (Controlled Flight Into Terrain) และเพิ่มความมั่นใจในการทำงานของนักบิน นอกจากนี้ ระบบ GPS และ PBN (Performance-Based Navigation) ยังช่วยให้นำทางมีความแม่นยำ ลดความซับซ้อนของเส้นทาง และทำให้สามารถเลือกเส้นทางที่ปลอดภัยสำหรับผู้ป่วยและทีมแพทย์ได้

1.2 นวัตกรรมด้านการแพทย์ฉุกเฉินบนอากาศยาน

แพทย์และพยาบาล HEMS เน้นว่า อุปกรณ์ทางการแพทย์เช่น Transport Ventilator, Wireless Patient Monitoring, Infusion Pump และ Defibrillator/AED ช่วยให้การดูแลผู้ป่วยต่อเนื่อง ลดข้อผิดพลาด และเพิ่มโอกาสสำเร็จของภารกิจ โดยเฉพาะในผู้ป่วยวิกฤติที่ต้องดูแลอย่างต่อเนื่องและแม่นยำ การมีระบบ Modular Cabin Interior และ Medical Mounting System ทำให้การติดตั้งและจัดเรียงอุปกรณ์มีความยืดหยุ่น ปลอดภัย และเหมาะสมกับภารกิจแต่ละประเภท

1.3 นวัตกรรมด้านการสื่อสารและการจัดการข้อมูล

นายทหารนิรภัยและทีมแพทย์ระบุว่า การใช้ระบบ Real-time Data Link และ Telemedicine ช่วยให้อุปกรณ์ทางการแพทย์ของผู้ป่วยถูกส่งตรงไปยังโรงพยาบาล พร้อมทั้งทำให้ทีมแพทย์ภาคพื้นสามารถให้คำปรึกษาได้ทันเวลา เพิ่มความแม่นยำในการตัดสินใจ ลดความเสี่ยงระหว่างปฏิบัติการกิจ และเสริมความมั่นใจให้แก่นักบิน

1.4 นวัตกรรมด้านการฝึกและจำลองสถานการณ์

ผู้เชี่ยวชาญทุกกลุ่มเห็นพ้องกันว่า Simulation Training และ Blended Training มีบทบาทสำคัญในการเตรียมความพร้อมนักบินและทีมแพทย์ การฝึกจำลองช่วยลดข้อผิดพลาดจาก Human Error ในสภาพแวดล้อมจริง เช่น การบินกลางคืน การจัดการผู้ป่วยวิกฤติ และการรับมือกับสถานการณ์ฉุกเฉิน ทำให้สามารถดำเนินการกิจได้อย่างปลอดภัยและมีประสิทธิภาพมากขึ้น

2. ปัจจัยสนับสนุนและอุปสรรคในการนำนวัตกรรมมาใช้จริง

จากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ พบปัจจัยสนับสนุนสำคัญ ดังนี้

2.1 ความพร้อมและความน่าเชื่อถือของอากาศยานและอุปกรณ์ทางการแพทย์ ระบบอากาศยานที่มีความเสถียรและอุปกรณ์ทางการแพทย์ที่เชื่อถือได้ เป็นพื้นฐานสำคัญของความปลอดภัยภารกิจ

2.2 ทักษะและความชำนาญของนักบินและทีมแพทย์ระดับความรู้และทักษะในการใช้เทคโนโลยีใหม่มีผลโดยตรงต่อการตัดสินใจและความปลอดภัยของผู้ป่วย

2.3 การฝึกอบรม Simulation Training และ Blended Training ช่วยเสริมความมั่นใจและลด Human Error โดยเฉพาะในสถานการณ์ฉุกเฉินที่ไม่สามารถฝึกซ้อมในอากาศจริงได้

2.4 การสนับสนุนเชิงนโยบายและการจัดการทรัพยากรอย่างเหมาะสม ช่วยเสริมศักยภาพในการบำรุงรักษาและพัฒนาเทคโนโลยีให้มีความพร้อมต่อการใช้งานในภารกิจส่งกลับสายแพทย์

ส่วนอุปสรรคสำคัญที่พบ ได้แก่ ข้อจำกัดด้านสภาพภูมิประเทศและภูมิอากาศ เช่น พื้นที่ภูเขาสูง ทัศนวิสัยต่ำ พายุฝนฟ้าคะนอง ความซับซ้อนของเทคโนโลยีและอุปกรณ์ใหม่ ที่ต้องใช้เวลาเรียนรู้และฝึกฝน ข้อจำกัดด้านการสื่อสารและข้อมูล ในพื้นที่ห่างไกลหรือสัญญาณจำกัด

3. แนวทางการพัฒนาและเพิ่มประสิทธิภาพการส่งกลับทางการแพทย์ด้วยนวัตกรรม

ผู้เชี่ยวชาญเสนอแนวทางสำคัญเพื่อพัฒนาการส่งกลับผู้ป่วยทางอากาศ ดังนี้

1. ปรับปรุงระบบอากาศยานและอุปกรณ์ทางการแพทย์ ให้เหมาะสมกับภารกิจและสภาพแวดล้อม

2. เพิ่มการฝึกอบรม Simulation Training และ Blended Training เพื่อเสริมทักษะและความมั่นใจของนักบินและทีมแพทย์

3. พัฒนาระบบสื่อสารและ Data Link Real-time ให้ใช้งานได้แม้ในพื้นที่ห่างไกล

4. ส่งเสริมการบริหารจัดการทรัพยากรและการสนับสนุนด้านนโยบายอย่างเป็นระบบ เพื่อให้การบำรุงรักษาและปรับปรุงอุปกรณ์เป็นไปอย่างต่อเนื่องและยั่งยืน

5. สร้างมาตรฐานปฏิบัติการแบบสากล (International Standard Operating Procedures) เพื่อให้การส่งกลับผู้ป่วยมีคุณภาพ ปลอดภัย และสอดคล้องกับมาตรฐานสากล

อภิปรายผล

ผลการวิจัยเรื่อง นวัตกรรมการขนส่งทางอากาศเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการส่งกลับทางการแพทย์ของนักบินทหารบก สามารถอภิปรายได้ดังนี้

1. บทบาทและรูปแบบการนำนวัตกรรมการขนส่งทางอากาศมาใช้

1.1 นวัตกรรมด้านระบบอากาศยานเพื่อเพิ่มความปลอดภัย

ผลการวิจัยพบว่า นวัตกรรมด้านระบบอากาศยาน เช่น Helionix Avionics, HTAWS, TCAS และ Synthetic Vision มีบทบาทสำคัญในการลดความเสี่ยงด้านความปลอดภัยของภารกิจส่งกลับผู้ป่วยทางอากาศ โดยเฉพาะในสภาพแวดล้อมที่ท้าทาย เช่น การบินกลางคืนหรือการบินด้วยกฎการบินด้วยเครื่องวัด (IFR) ผู้สัมภาษณ์ ได้แก่ วิศวกรบินและผู้บังคับอากาศยาน เห็นพ้องว่าระบบดังกล่าวช่วยให้นักบินสามารถตัดสินใจได้อย่างแม่นยำและลดความเสี่ยงจากการชนภูมิประเทศระหว่างการบินเชิงนอกระบบได้อย่างมีนัยสำคัญ

อย่างไรก็ตาม ผู้สัมภาษณ์บางส่วนระบุข้อจำกัด เช่น การแจ้งเตือนซ้ำซ้อน (nuisance alert) และการพึ่งพาความเชี่ยวชาญของนักบิน ซึ่งสอดคล้องกับ UK CAA (2015) ที่ชี้ว่าแม้เทคโนโลยีช่วยลดความเสี่ยงได้ แต่ Human Factor ยังคงเป็นองค์ประกอบหลักของความปลอดภัยในการบิน

1.2 นวัตกรรมทางการแพทย์บนอากาศยาน

แพทย์และพยาบาล HEMS เห็นว่าการติดตั้งอุปกรณ์ทางการแพทย์ที่ทันสมัย เช่น Transport Ventilator, Wireless Patient Monitoring, Infusion Pump, Defibrillator/AED และ Modular Medical Mounting System มีส่วนสำคัญต่อความสำเร็จของภารกิจ โดยเฉพาะในผู้ป่วยวิกฤติ การออกแบบห้องโดยสารแบบโมดูลาร์ช่วยให้จัดวางอุปกรณ์และบุคลากรได้เหมาะสมกับสภาพภารกิจ ซึ่งสอดคล้องกับ Allerton & Lammertse (2023) ที่ระบุว่าการติดตั้งอุปกรณ์ทางการแพทย์แบบบูรณาการช่วยลดข้อผิดพลาดและเพิ่มประสิทธิภาพในการดูแลผู้ป่วยระหว่างการลำเลียง

1.3 ระบบสื่อสารและการจัดการข้อมูล

นายทหารนิรภัยและทีมแพทย์เห็นตรงกันว่า การใช้ระบบ Real-time Data Link และ Telemedicine ช่วยให้อุปกรณ์สัญญาณชีพของผู้ป่วยส่งถึงโรงพยาบาลปลายทางได้อย่างรวดเร็ว ทำให้สามารถให้คำแนะนำการรักษาแบบทันสถานการณ์ ซึ่งช่วยเพิ่มความแม่นยำในการตัดสินใจและลดความสูญเสียระหว่างภารกิจ สอดคล้องกับแนวคิดของ ICAO (2013) ที่ระบุว่าการบูรณาการข้อมูลเรียลไทม์ช่วยยกระดับ situational awareness และการตัดสินใจในสภาวะวิกฤติทางอากาศ

1.4 การฝึกจำลองสถานการณ์ (Simulation Training)

ผู้เชี่ยวชาญทุกกลุ่มเห็นพ้องว่าการฝึกแบบ Simulation และ Blended Training มีบทบาทสำคัญในการเตรียมความพร้อมของนักบินและทีมแพทย์ต่อสถานการณ์ฉุกเฉิน การฝึกจำลองช่วยลดความผิดพลาดจาก Human Error ได้อย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยใน PubMed (PMC, 2023) และ LinkedIn Learning (2025) ที่พบว่าการฝึกจำลองช่วยลดอุบัติเหตุและข้อผิดพลาดจากการบินฉุกเฉินได้มากกว่า 20–50%

2. ปัจจัยสนับสนุนและอุปสรรคในการใช้งานจริง

ปัจจัยสนับสนุนสำคัญ ได้แก่ นโยบายกองทัพบกที่ให้ความสำคัญต่อความปลอดภัยทางการบิน และความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีอากาศยาน ซึ่งสอดคล้องกับ Chen & Park (2020) ที่ชี้ว่าความสำเร็จของระบบ HEMS ต้องอาศัยการบูรณาการระหว่างนโยบาย เทคโนโลยี และงบประมาณอย่างยั่งยืน อย่างไรก็ตาม อุปสรรคหลักของหน่วยบินทหารบกไทย ได้แก่ ข้อจำกัดด้านงบประมาณ การขาดบุคลากรผู้เชี่ยวชาญ และการขาดมาตรฐานกลางในการปฏิบัติการกิจร่วมกับหน่วยแพทย์ภาคพื้น ซึ่งสอดคล้องกับ ทฤษฎีการแพร่กระจายนวัตกรรม (Diffusion of Innovation Theory) ของ Rogers (2003) ที่อธิบายว่า อัตราการยอมรับนวัตกรรมขึ้นอยู่กับโครงสร้างองค์กร วัฒนธรรม และความพร้อมของบุคลากร

เมื่อเปรียบเทียบกับระบบ HEMS ของประเทศที่พัฒนาแล้ว เช่น สหรัฐฯ, เยอรมนี และญี่ปุ่น พบว่าประเทศเหล่านั้นมีโครงสร้างโลจิสติกส์ทางการแพทย์ที่เป็นระบบ (Integrated Medical Logistics) ครอบคลุมตั้งแต่การแจ้งเหตุ การจัดการทรัพยากร จนถึงการรักษาผู้ป่วย ซึ่งช่วยลดเวลาในการขนส่งและเพิ่มความต่อเนื่องของการดูแล สำหรับประเทศไทย ระบบ “Air Medical Command and Control” อยู่ระหว่างการพัฒนาและการบูรณาการระหว่างกองทัพกับกระทรวงสาธารณสุขยังสามารถยกระดับให้มีความเชื่อมโยงและประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น เพื่อสนับสนุนภารกิจส่งกลับสายแพทย์ทางอากาศอย่างเป็นระบบและยั่งยืนในอนาคต

3. แนวทางการพัฒนาและข้อเสนอเชิงนโยบาย

ผลการวิจัยสะท้อนว่าการพัฒนานวัตกรรมควรอยู่บนพื้นฐานของ แนวคิด Military Medical Logistics และ Humanitarian Logistics Framework ซึ่งเน้นการจัดการทรัพยากร การวางแผนเส้นทาง การควบคุมเวลา และการบูรณาการข้อมูลระหว่างหน่วย เพื่อให้การส่งกลับผู้ป่วยเป็นไปอย่างรวดเร็ว ปลอดภัย และมีประสิทธิภาพ แนวทางการพัฒนาเชิงปฏิบัติ ได้แก่

1. การจัดตั้งหน่วยสนับสนุนโลจิสติกส์ทางอากาศเฉพาะกิจ (Air Medical Logistics Support Unit) เพื่อวางแผนและประสานงานระหว่างหน่วยบิน หน่วยแพทย์ และศูนย์บัญชาการร่วม
2. การพัฒนาแพลตฟอร์มข้อมูลกลาง (Integrated Medical Evacuation Information System) เพื่อใช้ในการติดตามผู้ป่วยแบบเรียลไทม์และวิเคราะห์เส้นทางการลำเลียง
3. การกำหนดมาตรฐานความปลอดภัยร่วมระหว่างกองทัพและภาคพลเรือน ตามแบบอย่างของ European HEMS and Air Rescue Association (EHAC, 2019) เพื่อยกระดับการปฏิบัติการกิจให้สอดคล้องกับมาตรฐานสากล

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอเชิงปฏิบัติสำหรับหน่วยปฏิบัติการทางอากาศ

- 1.1 เพิ่มขีดความสามารถและปรับปรุงระบบอากาศยานและอุปกรณ์ทางการแพทย์ให้สอดคล้องกับลักษณะภารกิจ
- 1.2 ขยายการใช้ Simulation Training และ Blended Training เพื่อลด Human Error และเพิ่มความมั่นใจของนักบินและทีมแพทย์
- 1.3 พัฒนาระบบ Real-time Data Link ให้ครอบคลุมพื้นที่ห่างไกล สนับสนุนการตัดสินใจและการประสานงานระหว่างอากาศยานและภาคพื้น

2. ข้อเสนอเชิงนโยบายและบริหารจัดการ

- 2.1 ส่งเสริมการวางแผนบริหารจัดการและบำรุงรักษาอากาศยานและอุปกรณ์ทางการแพทย์อย่างเป็นระบบ เพื่อคงสภาพความพร้อมของยุทธโศปกรณ์
- 2.2 สร้างมาตรฐานการปฏิบัติการกิจส่งกลับผู้ป่วยทางอากาศให้เป็นไปตามมาตรฐานสากล
- 2.3 ส่งเสริมการฝึกอบรมและพัฒนาทักษะบุคลากรด้านเทคโนโลยีและอุปกรณ์ทางการแพทย์

3. ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยครั้งต่อไป

- 3.1 ศึกษาประสิทธิผลของ นวัตกรรมใหม่ เช่น AI, AR/VR, ระบบติดตามผู้ป่วย IoT ในภารกิจ HEMS
- 3.2 วิเคราะห์ ผลกระทบของ Human Factors ในการใช้ นวัตกรรมต่อความปลอดภัยและประสิทธิภาพภารกิจ

3.3 ประเมิน การผสานข้อมูลเชิงสถิติและสถานการณ์จริง เพื่อออกแบบมาตรการลดความเสี่ยงและเพิ่มประสิทธิภาพของภารกิจ

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษา ดร. ชงชัย จิระดิษฐ์ สำหรับคำแนะนำ ความรู้ และข้อเสนอแนะอันทรงคุณค่า ตลอดจนกำลังใจที่มอบให้ ทำให้การจัดทำบทความวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบคุณคณะอาจารย์และบุคลากรของหลักสูตรศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สถาบันพัฒนาบุคลากรการบิน มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต ที่ให้การสนับสนุนด้านวิชาการและทรัพยากรต่าง ๆ ทำให้สามารถดำเนินการเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลได้อย่างครบถ้วน

ขอขอบคุณผู้ให้ข้อมูลสำคัญทุกท่าน ที่สละเวลาและแบ่งปันประสบการณ์อันมีค่า ซึ่งเป็นหัวใจสำคัญของ การวิจัยครั้งนี้

ท้ายที่สุด ข้าพเจ้าขอขอบคุณครอบครัวและผู้ที่เกี่ยวข้องทุกท่าน สำหรับกำลังใจและการสนับสนุนอย่างต่อเนื่อง

เอกสารอ้างอิง

สถาบันการแพทย์ฉุกเฉินแห่งชาติ. (2555). รายงานผลการดำเนินงานระบบการแพทย์ฉุกเฉินทางอากาศประเทศไทย.

สถาบันการแพทย์ฉุกเฉินแห่งชาติ.

Brand Age Online. (2018, พฤษภาคม 14). สหภาพยุโรป สนับสนุนแผนพัฒนาบริการการแพทย์ฉุกเฉินด้วย

เฮลิคอปเตอร์ในประเทศไทย. Brand Age. สืบค้นเมื่อ 1 สิงหาคม 2568 จาก <https://www.brandage.com/article/4603>

Smart Soldiers Strong Army. (2025, มกราคม 26). RTAKnowledge เฮลิคอปเตอร์พยาบาลยุทธโธปกรณ์เพื่อการส่งกลับ

สายแพทย์และช่วยเหลือประชาชน [โพสต์บน Facebook]. Facebook. สืบค้นเมื่อ 2 สิงหาคม 2568 จาก

<https://www.facebook.com/photo.php?fbid=904259471916753&set=a.548346574174713&type=3>

Airbus. (2021). Helionix avionics system for helicopters. Retrieved August 5, 2025, from

<https://www.airbus.com/en/products-services/helicopters/helionix>

ADAC Luftrettung gGmbH. (2023, February 23). Einsatzbilanz 2022: Einsatzrekord für die ADAC Luftrettung.

ADAC Luftrettung. Retrieved August 6, 2025, from <https://luftrettung.adac.de/einsatzbilanz-2022/>

Allerton, D. J., & Lammertse, T. J. (2023). Impact of flight simulation training on aviation safety: A historical and empirical review. *International Journal of Aviation Training*, 18(1), 22–35.

<https://doi.org/10.1016/j.ijat.2023.01.004>

Chen, L., & Park, Y. (2020). Communication systems for airborne medical operations: Enhancing safety and coordination. *Journal of Emergency Aviation Technology*, 12(3), 155–163.

Federal Aviation Administration. (2020). Pilot training and certification: Use of flight simulators in civil aviation.

U.S. Department of Transportation. Retrieved August 5, 2025, from <https://www.faa.gov/pilots/training/media/sim-guide.pdf>

- EHAC. (2019). European HEMS standard operational procedures and best practices guide. EHAC Publications. Retrieved August 7, 2025, from <https://ehac.eu/>
- International Civil Aviation Organization. (2013). Performance-based navigation (PBN) manual (Doc 9613, 4th ed.). ICAO.
- International Civil Aviation Organization. (2019). Manual of criteria for the qualification of flight simulation training devices (Doc 9625, 3rd ed.). ICAO. Retrieved August 6, 2025, from https://www.icao.int/publications/Documents/9625_3rdEd_en.pdf
- Jensen, T., & Hansen, M. (2019). Advancing helicopter navigation in emergency medical services: The role of PBN and GPS integration. *Journal of Air Medical Transport*, 35(2), 85–92. <https://doi.org/10.1016/j.jamt.2019.03.004>
- LinkedIn. (2025). AI and VR simulators reduce pilot error by 20% in emergency scenarios. LinkedIn News. Retrieved August 8, 2025, from <https://www.linkedin.com/news/story/ai-vr-pilot-training-2025>
- Mabry, R. L., & Holcomb, J. B. (2005). Aeromedical evacuation and trauma care: Implications for civilian systems. *Journal of Trauma*, 58(4), 715–722. <https://doi.org/10.1097/01.ta.0000158540.50591.7b>
- PMC. (2024). The impact of simulation-based training in medical education: A review. *PMC Journal*. Retrieved August 8, 2025, from <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11224887/>
- Rogers, E. M. (2003). *Diffusion of innovations* (5th ed.). Free Press.
- SKYbrary. (2020). Helicopter terrain awareness and warning system (HTAWS). Retrieved August 8, 2025, from <https://skybrary.aero/articles/helicopter-terrain-awareness-and-warning-system-htaws>
- Smith, J. A. (2021). Air medical transport innovation: Integrating technology and patient care. *Air Medical Journal*, 40(1), 45–52.
- UK Civil Aviation Authority. (2017). CAP 1519: Helicopter safety study. Retrieved August 9, 2025, from https://publicapps.caa.co.uk/docs/33/CAP1519_Feb2017.pdf
- U.S. Army Medical Department. (2009). A history of aeromedical evacuation in the U.S. Army. Office of the Surgeon General, U.S. Army Medical Department Center.