

การพัฒนารถเข็นเครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่ด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า โรงพยาบาลมะเร็งสุราษฎร์ธานี Development of an Electric Motor-Driven Mobile X-ray Cart at Surat Thani Cancer Hospital

ธัชชนธ์ ศรีทอง

Tatchanon Srithong

โรงพยาบาลมะเร็งสุราษฎร์ธานี, กลุ่มงานรังสีวินิจฉัยและเวชศาสตร์นิวเคลียร์, จังหวัดสุราษฎร์ธานี

Suratthani Cancer Hospital, Department of Diagnostic Radiology and Nuclear Medicine, Suratthani province

(Received: December 19, 2025; Revised: March 25, 2026; Accepted: April 25, 2026)

บทคัดย่อ

การวิจัยและพัฒนานวัตกรรมนี้มีวัตถุประสงค์การวิจัยเพื่อพัฒนาและประเมินผลการใช้รถเข็นเครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่ด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพเหมาะสมต่อการใช้งาน ประเมินประสิทธิภาพการทำงาน และความพึงพอใจของผู้ใช้งาน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักรังสีการแพทย์ จำนวน 12 คน โดยการคัดเลือกแบบเจาะจงตามคุณสมบัติที่กำหนด ดำเนินการวิจัยเป็น 2 ขั้นตอน ประกอบด้วย ขั้นตอนที่ 1 สร้างรถเข็นเครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่ด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า มี 3 ระยะ ดังนี้ การศึกษาและวิเคราะห์ การออกแบบและเขียนแบบ การทดสอบเบื้องต้นและปรับปรุง ขั้นตอนที่ 2 ประเมินประสิทธิภาพและความพึงพอใจการใช้งาน เครื่องมือวิจัยประกอบด้วย 1) รถเข็นเครื่องเอกซเรย์ 2) แบบประเมินประสิทธิภาพและความพึงพอใจ ผลการประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิได้ค่าความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ .86 เก็บรวบรวมข้อมูลระหว่างเดือนธันวาคม พ.ศ. 2567 ถึงมีนาคม พ.ศ. 2568 วิเคราะห์ข้อมูลโดยความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติทดสอบที่อิสระ และกำหนดระดับความมีนัยสำคัญที่ .05 ผลการวิจัยพบว่า

1. รถเข็นต้นแบบที่ได้ มีขนาด 70×80×11 เซนติเมตร น้ำหนัก 20.70 กิโลกรัม รับน้ำหนักได้สูงสุด 250 กิโลกรัม โครงสร้างทำจากเหล็กกล้าในสเปกตรัมสนิม ติดตั้งมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบไร้แปรงถ่านขนาด 350 วัตต์ 36 โวลต์ จำนวน 2 ชุด ใช้แบตเตอรี่ลิเทียมไอออน 36 โวลต์ 8 แอมแปร์ชั่วโมง ชาร์จเต็มภายใน 2 ชั่วโมง ใช้งานต่อเนื่องได้ 7 ชั่วโมง หรือระยะทาง 15 กิโลเมตร ควบคุมความเร็วด้วยคันเร่งมือในช่วง 1–5 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และสามารถขึ้นทางลาดชันได้สูงสุด 10 องศา

2. ประเมินประสิทธิภาพหลังการพัฒนา ($M = 3.91, SD = 0.61$) สูงกว่าก่อนการพัฒนา ($M = 2.51, SD = 0.44$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($t = -5.57, p\text{-value} < .001$) โดยด้านที่ได้คะแนนสูงสุดคือความสะดวกในการเคลื่อนย้ายและใช้งาน ($M = 4.25, SD = 0.75$) คะแนนความพึงพอใจหลังการพัฒนา ($M = 4.18, SD = 0.34$) สูงกว่าก่อนการพัฒนา ($M = 2.00, SD = 0.23$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($t = -14.57, p\text{-value} < .001$) ด้านที่มีความพึงพอใจสูงสุดคือความเร็วในการเคลื่อนที่ ($M = 4.58, SD = 0.67$)

สรุปได้ว่ารถเข็นเครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่ด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพและความพึงพอใจสูงกว่าการใช้งานแบบเดิม สามารถนำไปใช้งานเพื่อลดภาระงาน เพิ่มความปลอดภัย และเพิ่มประสิทธิภาพการให้บริการทางการแพทย์ได้อย่างมีประสิทธิภาพในโรงพยาบาลมะเร็งสุราษฎร์ธานี

คำสำคัญ: รถเข็นเครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่ มอเตอร์ไฟฟ้า ประสิทธิภาพการทำงาน นักรังสีการแพทย์

*ผู้ให้การติดต่อ (Corresponding e-mail: tatchanosrithong@gmail.com)

Abstract

This Research and Development (R&D) design study aimed to develop and evaluate the performance and usability of an electric motor-driven mobile X-ray cart, as well as to assess user's satisfaction. The sample consisted of 12 radiology technologists, selected through purposive sampling, based on predefined criteria. The research was conducted in two phases. Phase 1 involved the development of the electric motor-driven mobile X-ray cart, comprising three stages: a) needs assessment and analysis, b) design and drafting, and c) preliminary testing with refinement. Phase 2 included the evaluation of performance and user satisfaction. Research instruments were: a) the mobile X-ray cart prototype, and b) the assessment forms on performance and satisfaction. The content validity index (IOC) was evaluated by experts, yielding .86. Data were collected from December 2024 to March 2025, then analyzed using frequency, percentage, mean, standard deviation, and independent t-test, at the .05 significance level. Results showed as follows.

1. The developed prototype measured 70×80×11 cm and weighed 20.70 kg, with a maximum load capacity of 250 kg. The structure was made of galvanized steel with anti-corrosion properties. It was equipped with two 350-watt, 36-volt, brushless DC motors, and powered by a 36 volt, 8 Ah lithium-ion battery. The battery required 2 hours for a full charge and supported continuous operation for up to 7 hours or 15 km. Speed was controlled via a hand throttle within a range of 1 – 5 km/h, and the cart could climb slopes of up to 10 degrees.

2. Post-development performance evaluation ($M = 3.91$, $SD = 0.61$) was significantly higher than pre-development ($M = 2.51$, $SD = 0.44$) ($t = -5.57$, $p\text{-value} < .001$). The highest-rated aspect was ease of movement and operation ($M = 4.25$, $SD = 0.75$) User satisfaction after development ($M = 4.18$, $SD = 0.34$) was also significantly higher than before ($M = 2.00$, $SD = 0.23$) ($t = -14.57$, $p\text{-value} < .001$), with the highest satisfaction in movement speed ($M = 4.58$, $SD = 0.67$)

In conclusion, the newly developed electric motor-driven mobile X-ray cart demonstrates higher performance and user satisfaction compared to conventional methods. It can be effectively implemented to reduce workload, enhance safety, and improve the efficiency of medical services at Surat Thani Cancer Hospital.

Keywords: Mobile X-ray Cart, Electric Motor, Performance Efficiency, Radiologic Technologists

บทนำ

งานบริการด้านรังสีวินิจฉัยเป็นหนึ่งในงานสำคัญที่มีบทบาทโดยตรงต่อการดูแลรักษาผู้ป่วยในระบบสาธารณสุข โดยในแต่ละวันมีผู้ป่วยจำนวนมากที่ต้องเข้ารับการตรวจด้วยเครื่องเอกซเรย์เพื่อช่วยในการวินิจฉัยโรค ติดตามผลการรักษา และวางแผนการรักษาที่เหมาะสม โดยเฉพาะอย่างยิ่งในหอผู้ป่วยวิกฤต หอผู้ป่วยพิเศษ และห้องฉุกเฉิน ที่ผู้ป่วยมักไม่สามารถเคลื่อนย้ายไปยังห้องเอกซเรย์ได้ด้วยตนเอง นักรังสีการแพทย์จึงมีหน้าที่หลักในการเคลื่อนย้ายเครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่ไปให้บริการถ่ายภาพรังสีแก่ผู้ป่วยในหอผู้ป่วยต่าง ๆ ซึ่งนอกจากจะช่วยลดความจำเป็นในการเคลื่อนย้ายผู้ป่วยที่อยู่ในภาวะวิกฤตแล้ว ยังช่วยเพิ่มความปลอดภัย ลดความเสี่ยงในการติดเชื้อ และช่วยให้แพทย์สามารถตัดสินใจในการรักษาได้อย่างทันท่วงที (วสัน บุตรพา, 2564; Pan, Ye, Sun, Gui, Liang, Li et al., 2020) งานดังกล่าวจึงเป็นงานที่ต้องอาศัยทั้งความรู้ความเชี่ยวชาญ ความระมัดระวังสูง และสมรรถภาพทางกายของผู้ปฏิบัติงาน (Zhang, Diraneyya, Ryu, Haas, Abdel-Rahman, 2018).

อย่างไรก็ตาม การเคลื่อนย้ายเครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่ในปัจจุบันยังคงอาศัยรถเข็นแบบใช้แรงคนหลักที่มีน้ำหนักรวมทั้งระบบประมาณ 200 กิโลกรัม ทำให้ผู้ปฏิบัติงานต้องออกแรงเป็นอย่างมากในการเคลื่อนย้ายไปตามเส้นทางต่าง ๆ ภายในโรงพยาบาล รวมถึงการผลักขึ้นลงบนทางลาดหรือเนินชันที่เชื่อมระหว่างอาคาร ซึ่งอาจก่อให้เกิดความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บของระบบกล้ามเนื้อและกระดูก โดยเฉพาะอาการปวดหลังส่วนล่างที่พบได้ถึงร้อยละ 60 – 80 ในกลุ่มผู้ปฏิบัติงาน (ปลั้มทรัพย์ สงวนประเสริฐ, ปาหุมนันต์ อับดุลรอฮิม, แก้ววิชิต อรุณ, อักขยาภณดุ วิษณุ, ตรีเพ็ญมาศ สรวิต, 2559; Tagliaferri, Miller, Ford, Hahne, Main, Rantalainen et al., 2018) ในช่วงหลายปีที่ผ่านมา แนวโน้มการนำระบบขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้ามาประยุกต์ใช้กับอุปกรณ์และรถเข็นในโรงพยาบาลได้รับความสนใจมากขึ้น เนื่องจากมีข้อดีในการลดแรงของผู้ปฏิบัติงาน เพิ่มความปลอดภัยในการเคลื่อนย้าย ควบคุมความเร็วได้แม่นยำ และเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม (George, Kamath, 2020) ดังปรากฏในการพัฒนารถเข็นอาหารผู้ป่วยด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า (ปลั้มทรัพย์ สงวนประเสริฐ, ปาหุมนันต์ อับดุลรอฮิม, แก้ววิชิต อรุณ, อักขยาภณดุ วิษณุ, ตรีเพ็ญมาศ สรวิต, 2559) และรถเข็นอิเล็กทรอนิกส์อัตโนมัติ (ธนนันต์ ศรีสกุล, พูนศักดิ์ บุญประสิทธิ์, วรุฒิ แก้ววิชิต, วิษณุ อักขยาภณดุ, สรวิต ตรีเพ็ญมาศ, 2552) อย่างไรก็ตาม งานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับการนำระบบขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้ามาใช้กับรถเข็นเครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่โดยเฉพาะยังมีค่อนข้างจำกัด โดยเฉพาะในประเทศไทยและโรงพยาบาลในภูมิภาคที่มีข้อจำกัดทั้งด้านงบประมาณและการเข้าถึงเทคโนโลยี (George, Kamath, 2020; Manouchehri, Nguyen, Kowal, McArthur, Vengalasetti, 2017)

โรงพยาบาลมะเร็งสุราษฎร์ธานีเป็นโรงพยาบาลเฉพาะทางด้านมะเร็งในสังกัดกรมการแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข ที่ให้บริการผู้ป่วยมะเร็งในพื้นที่ภาคใต้เขตสุขภาพที่ 11 โดยผู้ป่วยส่วนใหญ่ต้องได้รับการตรวจด้วยเครื่องเอกซเรย์อย่างต่อเนื่องเพื่อติดตามผลการรักษาและตรวจหาการแพร่กระจายของมะเร็ง จากการสำรวจปัญหาเบื้องต้นพบว่า นักรังสีการแพทย์ต้องเผชิญกับความยากลำบากในการเข็นเครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่ขึ้นลงทางลาดชันที่เชื่อมระหว่างอาคาร ซึ่งมีความชันสูงถึง 10 องศา ประกอบกับเส้นทางไปยังห้องผู้ป่วยและห้องฉุกเฉินอยู่ห่างไกลจากกลุ่มงานรังสีวินิจฉัยและเวชศาสตร์นิวเคลียร์มาก ทำให้ใช้เวลาและแรงงานในการเคลื่อนย้ายเป็นอย่างมาก นอกจากนี้ยังพบว่านักรังสีการแพทย์บางรายประสบปัญหาความเมื่อยล้าและอาการปวดกล้ามเนื้อจากการผลักรถเข็นที่มีน้ำหนักมาก โดยเฉพาะเมื่อต้องปฏิบัติงานหลายรอบในหนึ่งวัน สภาพปัญหาดังกล่าวสะท้อนให้เห็นถึงความจำเป็นเร่งด่วนในการพัฒนานวัตกรรมเพื่อแก้ปัญหาเชิงปฏิบัติ ผู้วิจัยจึงได้พัฒนารถเข็นเครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่ด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า โดยคำนึงถึงการออกแบบที่เหมาะสมกับบริบทของโรงพยาบาล ข้อจำกัดด้านงบประมาณ และความปลอดภัยของผู้ใช้งานและผู้ป่วยเป็นสำคัญ (Designing Tolley, 2019; Manouchehri, Nguyen, Kowal, McArthur, Vengalasetti, 2017) เพื่อลดภาระงาน เพิ่มประสิทธิภาพการให้บริการ และส่งเสริมคุณภาพชีวิตของนักรังสีการแพทย์อย่างยั่งยืน สอดคล้องกับแผนปฏิบัติการนวัตกรรมทางการแพทย์ พ.ศ. 2562 – 2570 ของกรมการแพทย์ (กรมการแพทย์, 2562)

วัตถุประสงค์วิจัย

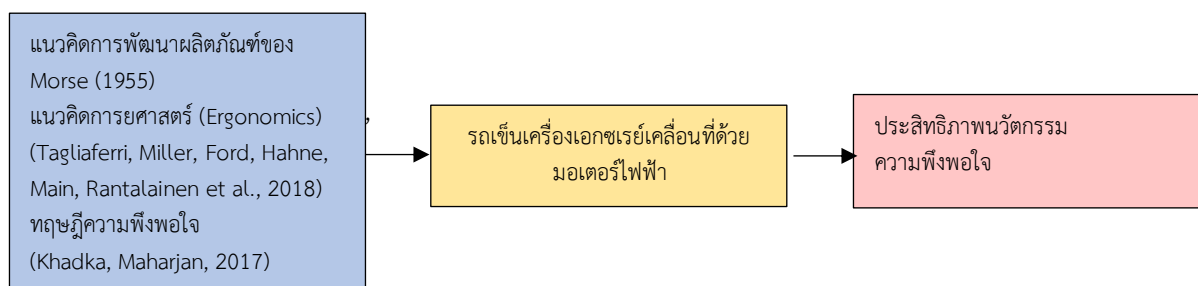
1. เพื่อพัฒนารถเข็นเครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่ด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า
2. เพื่อประเมินประสิทธิผลการใช้รถเข็นเครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่ด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า

กรอบแนวคิดการวิจัย

งานวิจัยนี้มีพื้นฐานจากแนวคิดการพัฒนาผลิตภัณฑ์ของ Morse (1955) ที่มุ่งเน้นการออกแบบนวัตกรรมให้ตอบสนองต่อความต้องการของผู้ใช้งานจริง ผ่านกระบวนการสร้าง ทดลอง และปรับปรุงผลิตภัณฑ์อย่างต่อเนื่องร่วมกับทฤษฎีความพึงพอใจของ Khadka และ Maharjan (2017) ซึ่งระบุว่า การสร้างผลิตภัณฑ์ที่ตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งานจะนำไปสู่ความพึงพอใจในระดับสูงและการยอมรับผลิตภัณฑ์อย่างยั่งยืน ซึ่งเป็นกรอบทฤษฎีหลักในการประเมินผลลัพธ์ของนวัตกรรมในด้านความพึงพอใจของผู้ใช้ นอกจากนี้ ยังบูรณาการแนวคิดการยศาสตร์ (Ergonomics) ในการออกแบบอุปกรณ์การแพทย์ตามหลักการของ Tagliaferri, Miller, Ford, Hahne, Main, Rantalainen et al. (2018) ที่เน้นการลดภาระทางกายและป้องกันการบาดเจ็บจากการทำงาน โดยอ้างอิง

ผลการศึกษาของ ปลื้มทรัพย์ สงวนประเสริฐ, ปาหุมันโต อับดุลรอฮิม, แก้ววิจิต อรุณ, อักขยาณุด วิษณุ, ตรีเพ็ญมาศ สรวิต (2559) เกี่ยวกับการพัฒนารถเข็นอาหารผู้ป่วยด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าซึ่งเป็นต้นแบบสำคัญในการออกแบบระบบขับเคลื่อนสำหรับรถเข็นในโรงพยาบาล และ และธนันต์ ศรีสกุล, พูนศักดิ์ บุญประสิทธิ์, วรุฒิ แก้ววิจิต, วิษณุ อักขยาณุด, สรวิต ตรีเพ็ญมาศ (2552) เกี่ยวกับการพัฒนารถเข็นอิเล็กทรอนิกส์อัตโนมัติ เพื่อประยุกต์ใช้ในการออกแบบรถเข็นเครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่

ในกรอบแนวคิดนี้ รถเข็นเครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่ด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าถูกกำหนดให้เป็นตัวแปรต้น ส่วนตัวแปรตามแบ่งออกเป็น 2 ด้าน ได้แก่ ด้านประสิทธิภาพการทำงาน วัดจากความสะดวก ความรวดเร็ว ความปลอดภัย และการลดความเหนื่อยล้าในการเคลื่อนย้ายเครื่องเอกซเรย์โดยประเมินด้วยแบบประเมินประสิทธิภาพการทำงาน 9 ข้อ และด้านความพึงพอใจของนักรังสีการแพทย์ วัดจากความสะดวก ความทันสมัย และการตอบสนองความต้องการใช้งาน โดยประเมินด้วยแบบประเมินความพึงพอใจ 9 ข้อ ตามแนวคิดของ Khadka และ Maharjan (2017) เพื่อให้การประเมินผลมีความเที่ยงตรงและเป็นระบบ ดังแสดงในภาพ 1



ภาพ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

ระเบียบวิธีวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงพัฒนา (Research & Developmental : R&D) โดยดำเนินการ 2 ขั้นตอนดังนี้
ขั้นตอนที่ 1 สร้างรถเข็นเครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่ด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า

ระยะที่ 1 การศึกษาและวิเคราะห์ความต้องการ ผู้วิจัยทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบรถเข็นในโรงพยาบาล ระบบขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า และการเคลื่อนย้ายเครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่ โดยนำแนวคิดจากปลื้มทรัพย์ สงวนประเสริฐ, ปาหุมันโต อับดุลรอฮิม, แก้ววิจิต อรุณ, อักขยาณุด วิษณุ, ตรีเพ็ญมาศ สรวิต (2559) และและธนันต์ ศรีสกุล, พูนศักดิ์ บุญประสิทธิ์, วรุฒิ แก้ววิจิต, วิษณุ อักขยาณุด, สรวิต ตรีเพ็ญมาศ (2552) เกี่ยวกับการพัฒนารถเข็นอาหารผู้ป่วยด้วยมอเตอร์ไฟฟ้ามาประยุกต์ใช้ ควบคู่ไปกับการสำรวจปัญหาจากนักรังสีการแพทย์ในโรงพยาบาลมะเร็งสุราษฎร์ธานี ผลการสำรวจพบว่าปัญหาหลักคือความยากลำบากในการเข็นเครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่แบบดั้งเดิมที่มีน้ำหนักประมาณ 200 กิโลกรัมบนทางลาดชันระหว่างอาคาร

ระยะที่ 2 การออกแบบและเขียนแบบ ดำเนินการออกแบบรถเข็นตามหลักการที่เน้นความแข็งแรง ทนทาน และความปลอดภัย ประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้ 1) การกำหนดขนาดและโครงสร้าง ออกแบบให้มีขนาด 70×80×11 เซนติเมตร เพื่อให้เหมาะสมกับการเคลื่อนย้ายในพื้นที่จำกัดของโรงพยาบาลมะเร็งสุราษฎร์ธานี 2) การเลือกวัสดุโดยใช้เหล็กกล้าเป็นโครงสร้างหลักเนื่องจากมีความแข็งแรง ทนต่อการกัดกร่อน และบำรุงรักษาง่าย 3) การออกแบบระบบล้อ

ระยะที่ 3 การทดสอบเบื้องต้นและปรับปรุงของรถเข็นเครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่ด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า

ทดสอบการใช้งานในสภาพจริงของโรงพยาบาล ประเมินประเด็นต่าง ๆ ดังนี้ 1) ความสามารถในการรับน้ำหนักเครื่องเอกซเรย์ 200 กิโลกรัม 2) การเคลื่อนย้ายทางเรียบและขึ้นทางลาดชันความชัน 10 องศา 3) ความเสถียรและความปลอดภัยขณะเคลื่อนที่

ผลการทดสอบเบื้องต้นพบปัญหาและข้อบกพร่องที่ต้องปรับปรุง หลายประเด็น กล่าวคือ เมื่อทดสอบการรับน้ำหนักเครื่องเอกซเรย์ 200 กิโลกรัม พบว่าโครงสร้างรถเข็นเกิดการบิดตัวเล็กน้อยที่จุดเชื่อมต่อ จึงได้เพิ่มความหนาของเหล็กกล้าและเพิ่มจุดเชื่อมยึดให้แน่นยิ่งขึ้น เมื่อทดสอบการขึ้นทางลาดชัน 10 องศา พบว่าล้อหน้าเกิดการยกตัวเล็กน้อยเมื่อเคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูง จึงปรับตำแหน่งการติดตั้งแบตเตอรี่ให้อยู่ด้านหลังของรถเข็นเพื่อถ่วงน้ำหนักและเพิ่มเสถียรภาพ นอกจากนี้ยังพบว่าระยะหยุดของระบบเบรกยาวเกินไปบนพื้นเรียบ จึงปรับค่าความไวของสวิตช์มือเบรกและเพิ่มแรงเสียดทานของระบบเบรก รวมทั้งพบว่าล้อหน้าขนาด 2 นิ้วบังคับทิศทางได้ลำบากในพื้นที่แคบ จึงปรับมุมหมุนของล้อหน้าให้กว้างขึ้นและลดแรงเสียดทานของแกนล้อ ภายหลังการปรับปรุงแก้ไขตามที่ระบุข้างต้นแล้ว ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดสอบซ้ำจนรถเข็นมีประสิทธิภาพเป็นที่น่าพอใจ



ภาพ 2 การทดสอบรถเข็นเครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่ด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า
(ที่มา: โรงพยาบาลมะเร็งสุราษฎร์ธานี)

ขั้นตอนที่ 2 ประเมินประสิทธิภาพและความพึงพอใจการใช้งานโดยใช้รูปแบบการวิจัยแบบกึ่งทดลอง (Quasi-Experimental Design) ชนิด One-group Pretest-posttest Design ดำเนินการวิจัยระหว่างเดือนธันวาคม พ.ศ. 2567 ถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2568 ณ โรงพยาบาลมะเร็งสุราษฎร์ธานี จังหวัดสุราษฎร์ธานี

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ศึกษาคือนักรังสีการแพทย์ในโรงพยาบาลมะเร็งสุราษฎร์ธานี จำนวน 12 คน กลุ่มตัวอย่างได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) ตามแนวทางของ Creswell (2015) โดยใช้ประชากรทั้งหมดเป็นกลุ่มตัวอย่าง เนื่องจากมีจำนวนจำกัดและต้องการศึกษาประชากรทั้งหมด กำหนดเกณฑ์การคัดเข้า (Inclusion Criteria) ได้แก่ 1) เป็นนักรังสีการแพทย์ที่ปฏิบัติงานในโรงพยาบาลมะเร็งสุราษฎร์ธานี 2) มีประสบการณ์การทำงานในตำแหน่งนักรังสีการแพทย์อย่างน้อย 1 ปี สำหรับเกณฑ์การคัดออก (Exclusion Criteria) ได้แก่ ลาศึกษาต่อ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. รถเข็นเครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่
2. แบบประเมินที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วย 3 ส่วน คือ

2.1 แบบบันทึกข้อมูลทั่วไป ซึ่งประกอบด้วย เพศ อายุ ระดับการศึกษา ตำแหน่ง ระยะเวลาการปฏิบัติงาน

2.2 แบบประเมินประสิทธิภาพการใช้งานรถเข็นเครื่องเอกซเรย์ จำนวน 9 ข้อ ได้แก่ ความสะดวกในการเคลื่อนย้ายเครื่องเอกซเรย์ ความปลอดภัยในการเคลื่อนย้ายเครื่องเอกซเรย์ ความรวดเร็วในการเคลื่อนย้ายเครื่องเอกซเรย์ ความสะดวกในการใช้งานรถเข็น ความมั่นคงแข็งแรงของรถเข็น ความเหมาะสมของขนาดและน้ำหนักรถเข็น ระบบเบรกของรถเข็นมีความปลอดภัย ความเหนียวแน่นในการเคลื่อนย้ายเครื่องเอกซเรย์ลดลง ความสะดวกในการบำรุงรักษารถเข็นและ

2.3 แบบประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานจำนวน 9 ข้อ ได้แก่ ความสะดวกในการใช้งานรถเข็น ความเร็วในการเคลื่อนที่ของรถเข็น ความสะดวกในการควบคุมทิศทาง ความปลอดภัยในขณะที่ใช้งาน ความเหมาะสมของแบตเตอรี่ ความสะดวกในการชาร์จแบตเตอรี่ ความทนทานของรถเข็น ความเหมาะสมของวัสดุที่ใช้ทำรถเข็น ความสวยงามน่าใช้ของรถเข็น และกำหนดองค์ประกอบของแบบสอบถาม (Khadka, Maharjan, 2017) โดยกำหนดให้เลือกตอบเพียงคำตอบเดียวและมีตัวเลือกและความหมาย โดยแบบประเมินลักษณะมาตรประมาณค่า 5 ระดับ (Likert Scale) จากมากที่สุดให้ 5 คะแนน ถึงน้อยที่สุดให้ 1 คะแนน การแปลผลระดับคะแนน: ใช้เกณฑ์ของ Best (1970) คิดจากคะแนนดิบ ค่าสูงสุด - ค่าต่ำสุด / จำนวนขั้นที่ แบ่งเป็น 3 ระดับ คือ

คะแนนเฉลี่ย 3.67 - 5.00 หมายถึง ระดับมาก

คะแนนเฉลี่ย 2.34 - 3.66 หมายถึง ระดับปานกลาง

คะแนนเฉลี่ย 1.00 - 2.33 หมายถึง ระดับน้อย

การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือการวิจัย

1. การตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) แบบประเมินได้รับการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาโดยผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านเครื่องมือทางการแพทย์ 1 ท่าน นักรังสีการแพทย์ชำนาญการพิเศษ 1 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านการวิจัย 1 ท่าน โดยหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Item-Objective Congruence Index: IOC) พบว่าข้อคำถามส่วนใหญ่มีค่า IOC เท่ากับ .86 ซึ่งผ่านเกณฑ์ที่กำหนด (IOC $\geq$.50) จากนั้นปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ (เกียรติสุดา สิงห์โตทอง, 2552)

2. การทดสอบประสิทธิภาพรถเข็นด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า รถเข็นที่พัฒนาขึ้นได้รับการทดสอบประสิทธิภาพโดยผู้เชี่ยวชาญด้านยานยนต์ จากสถาบันพัฒนาฝีมือแรงงาน 11 สุราษฎร์ธานี เมื่อวันที่ 28 กุมภาพันธ์ 2568 ครอบคลุมการทดสอบความเร็ว ระยะทาง การใช้งานบนทางลาดชัน และความปลอดภัย

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. การเตรียมการและขอรับรองจริยธรรม

ขออนุมัติดำเนินการวิจัยจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์และผู้อำนวยการโรงพยาบาลมะเร็งสุราษฎร์ธานี ก่อนดำเนินการเก็บข้อมูลทุกขั้นตอน

2. การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง

คัดเลือกกลุ่มตัวอย่างโดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) ตามเกณฑ์การคัดเลือก (Inclusion Criteria) ได้แก่ 1) เป็นนักรังสีการแพทย์ที่ปฏิบัติงานในโรงพยาบาลมะเร็งสุราษฎร์ธานี 2) มีประสบการณ์การทำงานในตำแหน่งนักรังสีการแพทย์อย่างน้อย 1 ปี และ 3) สนใจเข้าร่วมการวิจัย สำหรับเกณฑ์การคัดออก (Exclusion Criteria) ได้แก่ นักรังสีการแพทย์ที่ลาศึกษาต่อหรือไม่สามารถปฏิบัติงานได้ในช่วงระยะเวลาการเก็บข้อมูล ได้กลุ่มตัวอย่างจำนวนทั้งสิ้น 12 คน

3. การชี้แจงและขอความยินยอม

ผู้วิจัยชี้แจงข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยแก่กลุ่มตัวอย่างทุกคน ประกอบด้วย

3.1 ชื่อและวัตถุประสงค์ของการวิจัย ได้แก่ การพัฒนารถเข็นเครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่ด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า ในโรงพยาบาลมะเร็งสุราษฎร์ธานี

3.2 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย ได้แก่ การลดภาระงาน ลดความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บ และเพิ่มความปลอดภัยในการเคลื่อนย้ายเครื่องเอกซเรย์

3.3 ขั้นตอนการเข้าร่วมวิจัย โดยกลุ่มตัวอย่างจะทดลองใช้รถเข็นแบบเดิมและรถเข็นที่พัฒนาขึ้นแล้วประเมินผลผ่านแบบประเมินที่พัฒนาขึ้น

3.4 การรักษาความลับของข้อมูล โดยข้อมูลที่ได้จากการวิจัยจะถูกเก็บเป็นความลับ ไม่มีการระบุชื่อผู้เข้าร่วม และนำเสนอผลในภาพรวมเท่านั้น

3.5 สิทธิของผู้เข้าร่วมวิจัย โดยกลุ่มตัวอย่างมีสิทธิปฏิเสธหรือถอนตัวจากการวิจัยได้ตลอดเวลา โดยไม่มีผลกระทบต่อการปฏิบัติงาน เมื่อกลุ่มตัวอย่างรับทราบข้อมูลและยินยอมเข้าร่วมการวิจัย จึงให้ลงนามในใบยินยอมเข้าร่วมการวิจัยเป็นลายลักษณ์อักษร

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ดำเนินการทดสอบแบบ One-group Pretest-posttest Design โดยกลุ่มตัวอย่างกลุ่มเดียวกันทั้ง 12 คน เข้าร่วมการทดสอบทั้งในระยะก่อนและหลังการพัฒนา แบ่งเป็น 2 ระยะ ดังนี้

4.1 ระยะก่อนการพัฒนา (Pretest) ให้กลุ่มตัวอย่างใช้รถเข็นแบบเดิม (ใช้แรงคนผลัก) ในการเคลื่อนย้ายเครื่องเอกซเรย์ตามเส้นทางที่กำหนดภายในโรงพยาบาล จากนั้นประเมินประสิทธิภาพการทำงานและความพึงพอใจโดยใช้แบบประเมินที่พัฒนาขึ้น

4.2 ระยะหลังการพัฒนา (Posttest) ให้กลุ่มตัวอย่างกลุ่มเดียวกันทดลองใช้รถเข็นที่พัฒนาขึ้น ซึ่งติดตั้งระบบขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าเข้ากับเครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่ในเส้นทางและเงื่อนไขเดียวกันกับระยะก่อนการพัฒนา จากนั้นประเมินประสิทธิภาพการทำงานและความพึงพอใจด้วยแบบประเมินชุดเดิม

5. การตรวจสอบความสมบูรณ์ของข้อมูล

รวบรวมแบบประเมินและตรวจสอบความสมบูรณ์ของข้อมูลก่อนนำไปวิเคราะห์ทางสถิติ หากพบแบบประเมินที่ตอบไม่ครบถ้วนจะดำเนินการสอบถามกลุ่มตัวอย่างเพื่อให้ข้อมูลสมบูรณ์

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง วิเคราะห์โดยใช้สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. สถิติเชิงอนุมาน เปรียบเทียบคะแนนประสิทธิภาพการทำงานและความพึงพอใจก่อนและหลังการใช้รถเข็นที่พัฒนาขึ้นด้วย Dependent t-test

จริยธรรมวิจัย

วิจัยนี้ผ่านการรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ โรงพยาบาลมะเร็งสุราษฎร์ธานี เลขที่ SCH_EC_004/2568 เมื่อวันที่ 21 เดือน มกราคม พ.ศ. 2568

ผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ดำเนินการตามวัตถุประสงค์ 2 ประการ โดยนำเสนอผลการวิจัยตามลำดับดังนี้

1. การพัฒนารถเข็นเครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่ด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพเหมาะสมต่อการใช้งานในโรงพยาบาลมะเร็งสุราษฎร์ธานี

การพัฒนารถเข็นใช้ล้อขนาด 2 นิ้วสำหรับล้อหน้าเพื่อความคล่องตัว และล้อขนาด 8 นิ้วสำหรับล้อหลังที่ติดตั้งมอเตอร์เพื่อการขับเคลื่อนที่มีประสิทธิภาพ (ภาพ 3)



ภาพ 3 การออกแบบรถเข็นเครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่ด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า (ที่มา :โรงพยาบาลมะเร็งสุราษฎร์ธานี)

การสร้างและติดตั้งระบบขับเคลื่อน ระบบมอเตอร์ไฟฟ้า ติดตั้งมอเตอร์ DC brushless hub motor ขนาด 350 วัตต์ 36 โวลต์ จำนวน 2 ชุด เลือกใช้มอเตอร์ชนิดนี้ตามแนวทางของ George และ Kamath (2020) โดยเลือกใช้มอเตอร์ชนิดนี้เนื่องจากให้แรงบิดสูง ควบคุมความเร็วได้ง่าย มีประสิทธิภาพสูง และต้องการการบำรุงรักษาน้อย การเชื่อมต่อมอเตอร์เข้ากับล้อหลังโดยตรงแบบ hub motor ช่วยลดการสูญเสียพลังงาน ระบบควบคุม ได้ติดตั้งชุดควบคุมความเร็วแบบอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Speed Controller) (ภาพ 5) ที่สามารถปรับแรงดันไฟฟ้า 0-36 โวลต์ พร้อมคันเร่งแบบมือหมุนที่ผู้ใช้สามารถควบคุมความเร็วได้ตั้งแต่ 1-5 กิโลเมตรต่อชั่วโมง (ภาพที่ 5) และสวิตช์เดินหน้าและสวิตช์มือเบรกเพื่อความปลอดภัย ส่วนระบบพลังงาน ใช้แบตเตอรี่ lithium-ion 36V 8Ah ซึ่งมีความจุพลังงานสูงและน้ำหนักเบา (ภาพ 7) ตามคำแนะนำของ Justin (2021) โดยติดตั้งระบบชาร์จในตัวที่รองรับไฟ AC 220 โวลต์ ใช้เวลาชาร์จเต็ม 2 ชั่วโมง พร้อมตัวแสดงสถานะแบตเตอรี่เพื่อแจ้งระดับพลังงานคงเหลือ



ภาพ 4

ระบบล้อหมุน



ภาพ 5

ระบบควบคุม



ภาพ 6

คันเร่งแบบมือ

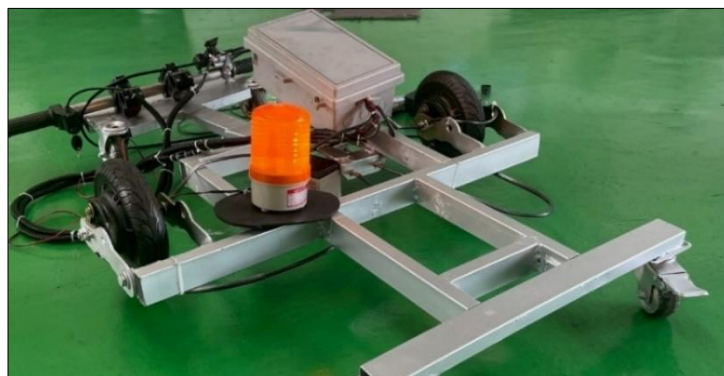


ภาพ 7

แบตเตอรี่ lithium-ion 36V 8Ah



คุณลักษณะของรถเข็นเครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่ด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าที่พัฒนาขึ้น มีดังนี้
ข้อมูลทางกายภาพ: ขนาดโดยรวม 70×80×11 เซนติเมตร น้ำหนักรถเข็น 20.70 กิโลกรัมความสามารถรับน้ำหนัก สูงสุด 250 กิโลกรัม วัสดุโครงสร้าง เหล็กกล้าไนส์ชุบกัลวาไนซ์ ระบบล้อ ล้อยางตัน 4 ล้อ แบ่งเป็น ล้อหน้า ขนาด 2 นิ้ว จำนวน 2 ล้อ และล้อหลังขนาด 8 นิ้ว จำนวน 2 ล้อ
ข้อมูลทางเทคนิค: ระบบขับเคลื่อน มอเตอร์ DC Brushless Hub Motor 350W × 2 ชุด แหล่งพลังงาน แบตเตอรี่ Li-ion 36V 8Ah ระยะเวลาชาร์จ 2 ชั่วโมง (เต็ม 100%) ระยะเวลาใช้งาน 7 ชั่วโมงต่อหนึ่ง หรือระยะทาง 15 กิโลเมตร ความเร็ว 1-5 กิโลเมตรต่อชั่วโมง (ปรับได้) ระบบควบคุม คันเร่งแบบมือหมุนพร้อมสวิตช์เบรก ความสามารถ ขึ้นทางลาด สูงสุด 10 องศา



ภาพ 8 รถเข็นเครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่ด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าที่พัฒนาขึ้น (ที่มา :โรงพยาบาลมะเร็งสุราษฎร์ธานี)

1. ข้อมูลทั่วไป

ตาราง 1 จำนวนและร้อยละของกลุ่มนักรังสีการแพทย์ในโรงพยาบาลมะเร็งสุราษฎร์ธานี (n = 12)

ข้อมูลทั่วไป	จำนวน (คน)	ร้อยละ
เพศ		
ชาย	5	41.67
หญิง	7	58.33
อายุ ($M = 39.75, SD = 7.52$)		
น้อยกว่า 40 ปี	6	50.00
41 - 45 ปี	2	16.67
46 ปีขึ้นไป	4	33.33
ระดับการศึกษา		
ปริญญาตรี	10	83.33
ปริญญาโท	2	16.67
ตำแหน่ง		
นักรังสีการแพทย์	12	100.00
ระยะเวลาการปฏิบัติงาน ($M = 15.80, SD = 7.20$)		
น้อยกว่า 15 ปี	5	41.67
15 - 19 ปี	3	25.00
20-29 ปี	4	33.33

จากตาราง 1 พบว่ากลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นนักรังสีการแพทย์ในโรงพยาบาลมะเร็งสุราษฎร์ธานี จำนวน 12 คน เมื่อจำแนกตามเพศพบว่าส่วนใหญ่เป็นเพศหญิงมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 58.33 และเพศชายน้อยที่สุด คิดเป็นร้อยละ 41.67 เมื่อจำแนกตามอายุพบว่ากลุ่มอายุน้อยกว่า 40 ปีมีสัดส่วนมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 50.00 รองลงมาคือ กลุ่มอายุ 46 ปีขึ้นไป คิดเป็นร้อยละ 33.33 และกลุ่มอายุ 41 - 45 ปีมีสัดส่วนน้อยที่สุด คิดเป็นร้อยละ 16.67 โดยมี อายุเฉลี่ย 39.75 ปี เมื่อจำแนกตามระดับการศึกษาพบว่าส่วนใหญ่สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีมากที่สุด คิดเป็น ร้อยละ 83.33 และระดับปริญญาโทน้อยที่สุด คิดเป็นร้อยละ 16.67 ด้านตำแหน่งงานพบว่า เป็นตำแหน่งนักรังสี การแพทย์ คิดเป็นร้อยละ 100.00 และเมื่อจำแนกตามระยะเวลาการปฏิบัติงาน ($M = 15.80, SD = 7.20$) พบว่ากลุ่ม

ที่มีระยะเวลาน้อยกว่า 15 ปีมีสัดส่วนมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 41.67 รองลงมาคือกลุ่ม 20 – 29 ปี คิดเป็นร้อยละ 33.33 และกลุ่ม 15 – 19 ปีมีสัดส่วนน้อยที่สุด คิดเป็นร้อยละ 25.00

2. การประเมินด้านประสิทธิภาพการทำงานและด้านความพึงพอใจของการใช้งานรถเข็นเครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่ก่อนการพัฒนารถเข็นด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า (แบบดั้งเดิม) กับหลังการพัฒนารถเข็นด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า

ตาราง 2 ประสิทธิภาพการทำงานและความพึงพอใจของการใช้งานรถเข็นเครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่ก่อนการพัฒนารถเข็นด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า (แบบดั้งเดิม) กับหลังการพัฒนารถเข็นด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าของนักรังสีการแพทย์ในโรงพยาบาลมะเร็งสุราษฎร์ธานี (n = 12)

ข้อ	รายการประเมิน	ก่อนการพัฒนารถเข็นด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า (แบบดั้งเดิม)			หลังการพัฒนารถเข็นด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า		
		M	SD	ระดับ	M	SD	ระดับ
1	ด้านประสิทธิภาพการทำงานของรถเข็นเครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่	2.51	0.64	ปานกลาง	3.91	0.83	มาก
1.1	ความสะดวกในการเคลื่อนย้ายเครื่องเอกซเรย์	2.42	0.67	ปานกลาง	4.25	0.75	มาก
1.2	ความปลอดภัยในการเคลื่อนย้ายเครื่องเอกซเรย์	2.67	0.65	ปานกลาง	3.50	0.67	ปานกลาง
1.3	ความรวดเร็วในการใช้งานรถเข็น	2.00	0.43	น้อย	4.25	0.75	มาก
1.4	ความสะดวกในการใช้งานรถเข็น	2.33	0.49	น้อย	3.92	0.90	มาก
1.5	ความมั่นคงแข็งแรงของรถเข็น	3.00	0.74	ปานกลาง	3.67	0.65	มาก
1.6	ความเหมาะสมของขนาดและน้ำหนักรถเข็น	2.67	0.65	มาก	3.92	0.67	ปานกลาง
1.7	ระบบเบรกของรถเข็นมีความปลอดภัย	2.17	0.72	น้อย	3.42	1.08	ปานกลาง
1.8	ความเหนื่อยล้าในการเคลื่อนย้ายเครื่องเอกซเรย์	2.25	0.75	น้อย	4.17	1.19	มาก
1.9	ความสะดวกในการบำรุงรักษารถเข็น	3.08	0.67	ปานกลาง	4.07	0.79	มาก
2	ด้านความพึงพอใจของการใช้งานรถเข็นเครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่	1.99	0.47	น้อย	4.18	0.54	มาก
2.1	ความสะดวกในการใช้งานรถเข็น	2.00	0.74	น้อย	4.17	0.58	มาก
2.2	ความเร็วในการเคลื่อนที่ของรถเข็น	1.75	0.63	น้อย	4.58	0.67	มาก
2.3	ความสะดวกในการควบคุมทิศทาง	2.59	0.52	น้อย	3.83	0.58	มาก
2.4	ความปลอดภัยในขณะที่ใช้งาน	2.33	0.65	น้อย	3.92	0.67	มาก
2.5	ความเหมาะสมของแบตเตอรี่	1.00	0	น้อย	4.25	0.45	มาก
2.6	ความสะดวกในการชาร์จแบตเตอรี่	1.00	0	น้อย	4.42	0.51	มาก
2.7	ความทนทานของรถเข็น	2.33	0.65	น้อย	4.25	0.45	มาก
2.8	ความเหมาะสมของวัสดุที่ใช้ทำรถเข็น	2.42	0.52	ปานกลาง	4.17	0.39	มาก
2.9	ความสวยงามน่าใช้ของรถเข็น	2.50	0.52	ปานกลาง	4.00	0.60	มาก

จากตาราง 2 พบว่า ด้านประสิทธิภาพการทำงานของรถเข็นเครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่ก่อนการพัฒนารถเข็นด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า (แบบดั้งเดิม) มีคะแนนเฉลี่ยรวมอยู่ในระดับปานกลาง ($M = 2.51, SD = 0.64$) เมื่อพิจารณาข้อข้อที่มีคะแนนสูงสุดคือความสะดวกในการบำรุงรักษารถเข็น ($M = 3.08, SD = 0.67$) อยู่ในระดับปานกลาง และข้อที่มีคะแนนต่ำสุดคือความรวดเร็วในการใช้งานรถเข็น ($M = 2.00, SD = 0.43$) อยู่ในระดับน้อย

หลังการพัฒนารถเข็นด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า คะแนนเฉลี่ยรวมด้านประสิทธิภาพการทำงานเพิ่มขึ้นเป็นระดับมาก ($M = 3.91, SD = 0.83$) เมื่อพิจารณารายข้อข้อที่มีคะแนนสูงสุดคือความสะดวกในการเคลื่อนย้ายเครื่องเอกซเรย์และความรวดเร็วในการใช้งานรถเข็น ($M = 4.25, SD = 0.75$ ทั้งสองข้อ) อยู่ในระดับมาก ในขณะที่

ข้อที่มีคะแนนต่ำสุดคือระบบเบรกของรถเข็นมีความปลอดภัย ($M = 3.42, SD = 1.08$) อยู่ในระดับปานกลาง ซึ่งมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสูงสุดบ่งชี้ถึงความไม่สม่ำเสมอในการรับรู้ด้านความปลอดภัยของผู้ใช้งาน

ด้านความพึงพอใจของการใช้งานรถเข็นเครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่ก่อนการพัฒนารถเข็นด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า (แบบดั้งเดิม) มีคะแนนเฉลี่ยรวมอยู่ในระดับน้อย ($M = 1.99, SD = 0.47$) เมื่อพิจารณารายข้อพบว่าข้อที่มีคะแนนสูงสุดคือความสวยงามน่าใช้ของรถเข็นและความสะดวกในการควบคุมทิศทาง ($M = 2.59$ และ 2.50 ตามลำดับ) อยู่ในระดับปานกลาง และข้อที่มีคะแนนต่ำสุดคือความเหมาะสมของแบตเตอรี่และความสะดวกในการชาร์จแบตเตอรี่ ($M = 1.00, SD = 0.00$ ทั้งสองข้อ) อยู่ในระดับน้อย ซึ่งเป็นเพราะรถเข็นแบบดั้งเดิมไม่มีระบบแบตเตอรี่

หลังการพัฒนารถเข็นด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า คะแนนเฉลี่ยรวมด้านความพึงพอใจเพิ่มขึ้นเป็นระดับมาก ($M = 4.18, SD = 0.54$) เมื่อพิจารณารายข้อพบว่าข้อที่มีคะแนนสูงสุดคือความเร็วในการเคลื่อนที่ของรถเข็น ($M = 4.58, SD = 0.67$) อยู่ในระดับมาก สะท้อนถึงความพึงพอใจสูงสุดของผู้ใช้งานต่อระบบขับเคลื่อนที่พัฒนาขึ้น ในขณะที่ข้อที่มีคะแนนต่ำสุดคือความสะดวกในการควบคุมทิศทาง ($M = 3.83, SD = 0.58$) อยู่ในระดับมาก

3. เปรียบเทียบระดับคะแนนด้านประสิทธิภาพการทำงานและด้านความพึงพอใจของการใช้งานรถเข็นเครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่ก่อนการพัฒนารถเข็นด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า (แบบดั้งเดิม) กับหลังการพัฒนารถเข็นด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า

ตาราง 3 เปรียบเทียบระดับคะแนนด้านประสิทธิภาพการทำงานและด้านความพึงพอใจของการใช้งานรถเข็นเครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่ก่อนการพัฒนารถเข็นด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า (แบบดั้งเดิม) กับหลังการพัฒนารถเข็นด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าของนักรังสีการแพทย์ในโรงพยาบาลมะเร็งสุราษฎร์ธานี ($n = 12$)

การประเมิน	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>t</i>	<i>p-value</i>
ด้านประสิทธิภาพการทำงานของรถเข็นเครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่				
ก่อนการพัฒนารถเข็นด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า (แบบดั้งเดิม)	2.51	0.44	-5.57	<.001
หลังการพัฒนารถเข็นด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า	3.91	0.61		
ด้านความพึงพอใจของการใช้งานรถเข็นเครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่				
ก่อนการพัฒนารถเข็นด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า (แบบดั้งเดิม)	2.00	0.23	-14.57	<.001
หลังการพัฒนารถเข็นด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า	4.18	0.34		

จากตาราง 3 พบว่า หลังการพัฒนารถเข็นด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า ($M = 3.91, SD = 0.61$) มีระดับคะแนนประเมินประสิทธิภาพการทำงาน สูงกว่าก่อนการพัฒนารถเข็นด้วยไฟฟ้า ($M = 2.51, SD = 0.44$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 ($t = -5.57, p\text{-value} < .001$) และหลังการพัฒนารถเข็นไฟฟ้าด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า ($M = 4.18, SD = 0.34$) มีระดับคะแนนประเมินความพึงพอใจของรถเข็นเครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่สูงกว่าก่อนการพัฒนารถเข็นไฟฟ้าด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า (แบบดั้งเดิม) ($M = 2.00, SD = 0.23$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 ($t = -14.57, p\text{-value} < .001$)

การอภิปรายผล

การพัฒนารถเข็นเครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่ด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าในครั้งนี้แสดงให้เห็นถึงความสำเร็จในการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเพื่อแก้ปัญหาเชิงปฏิบัติของบุคลากรทางการแพทย์

1. การพัฒนารถเข็นเครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่ด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า โรงพยาบาลมะเร็งสุราษฎร์ธานี ผลการพัฒนาในขั้นตอนที่ 1 แสดงให้เห็นว่าผู้วิจัยสามารถสร้างรถเข็นต้นแบบที่มีคุณสมบัติเหมาะสมต่อการใช้งานจริงในโรงพยาบาลมะเร็งสุราษฎร์ธานีได้สำเร็จ รถเข็นที่พัฒนาขึ้นมีขนาด $70 \times 80 \times 11$ เซนติเมตร น้ำหนัก 20.70 กิโลกรัม รับน้ำหนักได้สูงสุด 250 กิโลกรัม ติดตั้งมอเตอร์ DC Brushless Hub Motor ขนาด 350 วัตต์ 36 โวลต์ จำนวน

2 ชุด พร้อมแบตเตอรี่ลิเทียมไอออน 36V 8Ah ที่ชาร์จเต็มภายใน 2 ชั่วโมงและใช้งานต่อเนื่องได้ 7 ชั่วโมง ควบคุมความเร็วได้ตั้งแต่ 1-5 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และสามารถขึ้นทางลาดชันได้สูงสุด 10 องศา การเลือกใช้มอเตอร์ไร้แปรงถ่านชนิด hub motor สอดคล้องกับแนวทางของ George และ Kamath (2020) ที่ระบุว่ามอเตอร์ชนิดนี้ให้แรงบิดสูง ควบคุมความเร็วได้ง่าย มีประสิทธิภาพสูง และต้องการการบำรุงรักษาน้อย ในขณะที่การเลือกใช้แบตเตอรี่ลิเทียมไอออนเป็นไปตามคำแนะนำของ Justin (2021) เนื่องจากมีความจุพลังงานสูงและน้ำหนักเบา เหมาะสมสำหรับการใช้งานในโรงพยาบาล

กระบวนการพัฒนาดำเนินการตามแนวคิดการพัฒนาผลิตภัณฑ์ของ Morse (1955) ผ่าน 3 ระยะ คือ การศึกษาและวิเคราะห์ความต้องการ การออกแบบและเขียนแบบ และการทดสอบเบื้องต้นพร้อมปรับปรุง โดยในระยะทดสอบพบปัญหาและได้รับการแก้ไขก่อนนำไปใช้จริง ได้แก่ การเพิ่มความแข็งแรงของโครงสร้างเพื่อรองรับน้ำหนักเครื่องเอกซเรย์ 200 กิโลกรัม การปรับตำแหน่งแบตเตอรี่ให้อยู่ด้านหน้าเพื่อเพิ่มเสถียรภาพขณะขึ้นทางลาด การปรับระบบเบรกให้มีระยะหยุดที่เหมาะสม และการปรับมุมของล้อหน้าเพื่อให้ง่ายต่อการบังคับทิศทางได้ดียิ่งขึ้นในพื้นที่แคบ นอกจากนี้ยังได้พัฒนาขึ้นยังผ่านการทดสอบโดยผู้เชี่ยวชาญด้านยานยนต์จากสถาบันพัฒนาฝีมือแรงงาน 11 สุราษฎร์ธานี เมื่อวันที่ 28 กุมภาพันธ์ 2568 ครอบคลุมการทดสอบความเร็ว ระยะทาง การขึ้นทางลาดชัน และความปลอดภัย และผ่านเกณฑ์ทุกรายการ

ความสามารถในการขึ้นทางลาดชันได้สูงสุด 10 องศา นั้น สูงกว่าผลการศึกษาของปลั้มทรัพย์ สวงนประเสริฐ, ปาหุมนันต์ อับดุลรอฮิม, แก้ววิชิต อรุณ, อักขยาภรณ์ วิษณุ, ตรีเพ็ญมาศ สรวี (2559) ที่รถเข็นอาหารไฟฟ้าสามารถขึ้นทางลาดได้เพียง 5 องศา แสดงถึงศักยภาพที่เพิ่มขึ้นในการใช้งานจริงภายในสภาพแวดล้อมที่ซับซ้อนของโรงพยาบาล โดยเฉพาะทางลาดชันที่เชื่อมระหว่างอาคารซึ่งเป็นปัญหาหลักที่นักรังสีการแพทย์ในโรงพยาบาลมะเร็งสุราษฎร์ธานีประสบอยู่

2. การประเมินประสิทธิภาพและความพึงพอใจของนักรังสีการแพทย์ต่อการใช้งานรถเข็นที่พัฒนาขึ้นเปรียบเทียบกับวิธีการเคลื่อนย้ายแบบเดิมผลการวิจัยยืนยันสมมติฐานที่ว่ารถเข็นที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพสูงกว่าแบบเดิมและสร้างความพึงพอใจให้แก่ผู้ใช้งานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\text{-value} < .001$) การเพิ่มขึ้นของคะแนนประสิทธิภาพจากแบบดั้งเดิม ($M = 2.51$) หลังการพัฒนารถเข็นด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าเป็น ($M = 3.91$) และความพึงพอใจจากแบบดั้งเดิม ($M = 2.00$) หลังการพัฒนารถเข็นด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าเป็น ($M = 4.18$) สะท้อนถึงประสิทธิภาพของระบบขับเคลื่อนอัตโนมัติที่ช่วยลดเวลาในการเคลื่อนย้ายเครื่องเอกซเรย์ได้อย่างชัดเจน สอดคล้องกับการศึกษาของ Manouchehri, Nguyen, Kowal, McArthur, Vengalasetti (2017) ที่พบว่าการใช้ระบบขับเคลื่อนไฟฟ้าสามารถลดเวลาในการเคลื่อนย้ายอุปกรณ์การแพทย์ที่มีน้ำหนักมากได้ถึงร้อยละ 75 ความสำเร็จดังกล่าวมีพื้นฐานมาจากความเหมาะสมของระบบขับเคลื่อนที่เลือกใช้ กล่าวคือ รถเข็นแบบดั้งเดิมที่ใช้แรงคนผลักเพียงอย่างเดียวนั้น ผู้ปฏิบัติงานต้องออกแรงผลักดันน้ำหนักมากกว่า 200 กิโลกรัมด้วยตนเองตลอดการปฏิบัติงาน โดยเฉพาะบนทางลาดชันที่ต้องการแรงผลักสูง ซึ่งเกินขีดจำกัดที่ปลอดภัยตามหลักการยศาสตร์ (Tagliaferri, Miller, Ford, Hahne, Main, Rantalainen et al., 2018) การติดตั้งมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบไร้แปรงถ่านขนาด 350 วัตต์ 36 โวลต์ จำนวน 2 ชุด รวมกำลังขับ 700 วัตต์ ทำให้ระบบสามารถรับภาระแรงดังกล่าวแทนผู้ปฏิบัติงานได้อย่างสมบูรณ์ ส่งผลให้คะแนนด้านความเร็วและการลดความเหนื่อยล้าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญหลังการพัฒนา ($M = 4.25$ และ $M = 4.17$ ตามลำดับ) สอดคล้องกับแนวทางของ George และ Kamath (2020) ที่ยืนยันว่ามอเตอร์ชนิดนี้มีประสิทธิภาพการแปลงพลังงานสูงและเหมาะสมสำหรับการขับเคลื่อนอุปกรณ์ที่มีน้ำหนักมากในระยะทางไกล ในขณะที่ข้อที่มีค่าความแตกต่างต่ำสุดคือระบบเบรกของรถเข็นมีความปลอดภัย ซึ่งเพิ่มขึ้นจากแบบดั้งเดิม ($M = 2.17$) หลังการพัฒนารถเข็นด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าเป็น ($M = 3.42$) และยังคงอยู่ในระดับปานกลาง บ่งชี้ว่าระบบเบรกยังต้องการการพัฒนาเพิ่มเติม

ประเด็นสำคัญที่ค้นพบเมื่อเปรียบเทียบค่าความแตกต่างระหว่างแบบเดิมและแบบใหม่ พบว่าด้านประสิทธิภาพการทำงานข้อที่มีความแตกต่างสูงสุดคือความเร็วในการใช้งานรถเข็น ซึ่งเพิ่มขึ้นจาก ($M = 2.00$) เป็น ($M = 4.25$ เพิ่มขึ้น 2.25 คะแนน) และการลดความเหนื่อยล้าของบุคลากรซึ่งเพิ่มขึ้นจาก ($M = 2.25$ เป็น $M = 4.17$ เพิ่มขึ้น

1.92 คะแนน) สอดคล้องกับแนวคิดการยศาสตร์ทางการแพทย์ของ Tagliaferri, Miller, Ford, Hahne, Main, Rantalainen et al. (2018) ที่ระบุว่า การลดแรงผลักและดึงในการเคลื่อนย้ายอุปกรณ์หนักเป็นปัจจัยสำคัญในการป้องกันการบาดเจ็บจากการทำงานของบุคลากรทางการแพทย์ โดยเฉพาะอาการปวดหลังส่วนล่างที่พบได้ถึงร้อยละ 60 – 80 ในกลุ่มผู้ปฏิบัติงานด้านรังสีวิทยา นอกจากนี้รถเข็นที่พัฒนาขึ้นสามารถขึ้นทางลาดชันได้สูงสุด 10 องศา ซึ่งสูงกว่าผลการศึกษาของ ปลื้มทรัพย์ สนวนประเสริฐ, ปาหุมันได้ อับดุลรอฮิม, แก้ววิจิต อรุณ, อักขยาณุกุวิชัย, ตรีเพ็ญมาศ สรวิต (2559) ที่รถเข็นอาหารไฟฟ้าสามารถขึ้นทางลาดได้เพียง 5 องศา แสดงถึงศักยภาพในการใช้งานจริงในสภาพแวดล้อมที่ซับซ้อนของโรงพยาบาล

ในขณะที่ข้อที่มีค่าความแตกต่างต่ำสุดด้านประสิทธิภาพการทำงานคือระบบเบรกของรถเข็นมีความปลอดภัยซึ่งเพิ่มขึ้นจาก $M = 2.17$ เป็น $M = 3.42$ (เพิ่มขึ้น 1.25 คะแนน) และยังคงอยู่ในระดับปานกลาง โดยมีค่า SD สูงสุด (1.08) บ่งชี้ถึงความไม่สม่ำเสมอในการรับรู้ด้านความปลอดภัยของผู้ใช้งาน สอดคล้องกับ Desouza และ Maslanyj (2021) ที่พบว่าร้อยละ 30 ของอุบัติเหตุเครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่เกิดจากระบบเบรกที่ไม่มีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ด้านความพึงพอใจพบว่าข้อที่มีค่าความแตกต่างระหว่างแบบเดิมและแบบใหม่สูงสุดคือความเร็วในการเคลื่อนที่ของรถเข็น ซึ่งเพิ่มขึ้นจาก ($M = 1.75$) เป็น ($M = 4.58$) (เพิ่มขึ้น 2.83 คะแนน) และความเหมาะสมของแบตเตอรี่รวมถึงความสะดวกในการชาร์จแบตเตอรี่ ซึ่งเพิ่มขึ้นจาก $M = 1.00$ เป็น ($M = 4.25$) และ 4.42 ตามลำดับ (เพิ่มขึ้น 3.25 และ 3.42 คะแนน) แสดงถึงความสำเร็จในการบูรณาการเทคโนโลยีพลังงานสะอาดเข้ากับอุปกรณ์การแพทย์ ในขณะที่ข้อที่มีค่าความแตกต่างต่ำสุดคือความสะดวกในการควบคุมทิศทาง ซึ่งเพิ่มขึ้นจาก ($M = 2.59$) เป็น ($M = 3.83$) (เพิ่มขึ้น 1.24 คะแนน) อาจเนื่องมาจากน้ำหนักของระบบขับเคลื่อนที่เพิ่มขึ้น 20.7 กิโลกรัม ซึ่งสอดคล้องกับข้อค้นพบของ Zhang, Diraneyya, Ryu, Haas, Abdel-Rahman (2018) ที่ระบุว่า การเพิ่มน้ำหนักเกินร้อยละ 15 ของอุปกรณ์เดิมจะส่งผลต่อการควบคุมทิศทางอย่างมีนัยสำคัญ

ผลการวิจัยนี้มีความสำคัญต่อการพัฒนานโยบายด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัยในโรงพยาบาล โดยเฉพาะในบริบทของประเทศไทยที่มีข้อจำกัดด้านงบประมาณ การพัฒนารถเข็นโดยใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมและต้นทุนที่สมเหตุสมผล สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในโรงพยาบาลอื่น ๆ ได้ ซึ่งสอดคล้องกับแผนพัฒนานวัตกรรมทางการแพทย์ของกรมการแพทย์ พ.ศ. 2562 - 2570 ที่มุ่งเน้นการพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานและลดภาระของบุคลากรทางการแพทย์

การนำผลการวิจัยไปใช้

1. นำองค์ความรู้ที่ได้จากงานวิจัยนี้ไปต่อยอด ดังนี้

1.1 ด้านการปฏิบัติ นำรถเข็นเครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่ด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าที่พัฒนาขึ้นไปใช้งานจริงในโรงพยาบาลมะเร็งสุราษฎร์ธานี เพื่อลดความเหนื่อยล้าและลดความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บของนักรังสีการแพทย์จากการเคลื่อนย้ายเครื่องเอกซเรย์ที่มีน้ำหนักมาก โดยเฉพาะบนทางลาดชันระหว่างอาคาร รวมทั้งเพิ่มความรวดเร็วและความปลอดภัยในการให้บริการตรวจทางรังสีวินิจฉัยแก่ผู้ป่วย

1.2 ด้านหน่วยงาน นำองค์ความรู้และต้นแบบรถเข็นที่ได้จากงานวิจัยนี้ไปต่อยอดเพื่อพัฒนารถเข็นและอุปกรณ์ขนย้ายประเภทอื่นภายในโรงพยาบาลมะเร็งสุราษฎร์ธานี เช่น รถเข็นอุปกรณ์ทางการแพทย์หนัก และรถเข็นผู้ป่วย เพื่อยกระดับมาตรฐานการให้บริการและเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของบุคลากรทุกกลุ่มในองค์กร

1.3 ด้านนโยบาย ผลการวิจัยที่แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพและความคุ้มค่าของการนำระบบขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้ามาใช้กับอุปกรณ์การแพทย์ สามารถนำเสนอต่อผู้บริหารและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบการกำหนดนโยบายด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัยของบุคลากรทางการแพทย์ รวมทั้งเป็นแนวทางสำหรับโรงพยาบาลอื่นในสังกัดกรมการแพทย์ที่มีบริบทและข้อจำกัดด้านงบประมาณใกล้เคียงกัน ให้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้อย่างเหมาะสม สอดคล้องกับแผนปฏิรูปราชการนวัตกรรมทางการแพทย์ พ.ศ. 2562 – 2570 ของกรมการแพทย์ (กรมการแพทย์, 2562)

1.4 ด้านการวิจัย เผยแพร่ผลการวิจัยในรูปแบบบทความวิจัยหรือการนำเสนอในการประชุมวิชาการ เพื่อเป็นประโยชน์ต่อวงการแพทย์และสาธารณสุข และเพื่อเป็นฐานข้อมูลสำหรับการวิจัยต่อยอดในอนาคต เช่น การศึกษาผลกระทบระยะยาวต่อสุขภาพของบุคลากร การประเมินความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ และการพัฒนาระบบความปลอดภัยเพิ่มเติม เช่น ระบบเบรกและระบบตรวจจับสิ่งกีดขวางอัตโนมัติ

2. ส่งเสริมการนำเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้เพื่อพัฒนางานบริการทางการแพทย์ โดยเฉพาะการนำระบบขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้ามาใช้กับอุปกรณ์ที่ต้องเคลื่อนย้ายบ่อยครั้งในโรงพยาบาล

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. ขยายขอบเขตการศึกษาไปยังโรงพยาบาลประเภทอื่นที่มีบริบทแตกต่างกัน เช่น โรงพยาบาลศูนย์ โรงพยาบาลทั่วไป และโรงพยาบาลชุมชน เพื่อเปรียบเทียบความเหมาะสมและประสิทธิภาพของรถเข็นเครื่องเอกซเรย์ด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าในสภาพแวดล้อมที่หลากหลาย

2. ควรศึกษาผลกระทบในระยะยาวของการใช้งานรถเข็นเครื่องเอกซเรย์ด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าต่อสุขภาพและความปลอดภัยของบุคลากรทางการแพทย์ โดยเฉพาะในด้านการลดความเสี่ยงจากการใช้แรงกายเกินพิกัด และการบาดเจ็บสะสม พร้อมทั้งประเมินความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์อย่างรอบด้าน ครอบคลุมการวิเคราะห์ต้นทุนการบำรุงรักษาตลอดอายุการใช้งานเปรียบเทียบกับค่าเสียโอกาสจากการบาดเจ็บของบุคลากร

3. การพัฒนาระบบความปลอดภัยและฟีเจอร์เพิ่มเติมให้ครอบคลุมยิ่งขึ้น ได้แก่ การปรับปรุงระบบเบรกให้มีประสิทธิภาพและความสม่ำเสมอสูงขึ้น การติดตั้งระบบตรวจจับสิ่งกีดขวางอัตโนมัติ และการพัฒนาระบบบริหารจัดการพลังงาน เช่น ระบบแสดงระดับแบตเตอรี่แบบเรียลไทม์ผ่านหน้าจอ และระบบชาร์จเร็ว เพื่อให้รถเข็นพร้อมใช้งานตลอด 24 ชั่วโมงสอดคล้องกับบริบทงานฉุกเฉินในโรงพยาบาล นอกจากนี้ควรพิจารณานำเทคโนโลยี Internet of Things (IoT) มาบูรณาการกับระบบรถเข็น เช่น ระบบติดตามตำแหน่ง (Real-time Location System) ที่ช่วยให้บุคลากรทราบได้ว่าขณะนั้นเครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่อยู่จุดใดของโรงพยาบาล เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการบริหารจัดการทรัพยากรและลดเวลาในการค้นหาอุปกรณ์

คำแถลงการณ์การใช้ปัญญาประดิษฐ์

ผู้วิจัยได้ใช้เครื่องมือปัญญาประดิษฐ์ ได้แก่ Claude Opus 3 เพื่อช่วยสนับสนุนกระบวนการเขียนบทความ ในบางส่วน ได้แก่ การตรวจสอบความถูกต้องทางไวยากรณ์ การปรับสำนวนภาษาไทยและภาษาอังกฤษ การจัดรูปแบบรายการอ้างอิงตามมาตรฐาน APA 6th edition การตรวจสอบความสอดคล้องของเนื้อหา ทั้งนี้ ผู้วิจัยเป็นผู้รับผิดชอบหลักต่อแนวคิด การออกแบบงานวิจัย การเก็บรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล การตีความผลการวิจัย และข้อสรุปทั้งหมดในบทความนี้ด้วยตนเอง

ผู้วิจัยไม่ได้ใช้ปัญญาประดิษฐ์ในการสร้างข้อมูลวิจัย ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ หรือเนื้อหาทางวิชาการที่เป็นสาระสำคัญของงานวิจัย ข้อมูลทั้งหมดได้มาจากการดำเนินการวิจัยจริงตามระเบียบวิธีวิจัยที่ระบุไว้ในบทความ และผู้วิจัยได้ตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาที่ผ่านการช่วยเหลือจากปัญญาประดิษฐ์ทุกส่วนก่อนนำมาใช้ในบทความ เพื่อให้มั่นใจว่าเนื้อหาที่มีความถูกต้อง เหมาะสม และเป็นไปตามมาตรฐานทางวิชาการ

ผลประโยชน์ทับซ้อน

ผู้วิจัยขอประกาศว่าไม่มีผลประโยชน์ทับซ้อนใด ๆ ทั้งทางการเงิน เชิงพาณิชย์ หรือความสัมพันธ์ส่วนบุคคล ที่อาจส่งผลต่อความเป็นกลางในการดำเนินการวิจัย การวิเคราะห์ข้อมูล การตีความผลการวิจัย หรือการนำเสนอผลงานวิจัยฉบับนี้

รายการอ้างอิง

- กรมการแพทย์. (2562). แผนปฏิบัติการรณรงค์การควบคุมการแพทย์ พ.ศ. 2562-2570 กระทรวงสาธารณสุข. สืบค้นเมื่อ 25 ตุลาคม 25689 จาก <https://www.dms.go.th/>
- เกียรติสุดา สิงห์โตทอง. (2552). ระเบียบวิธีวิจัย (พิมพ์ครั้งที่ 3). เชียงใหม่: ก้องช้าง.
- ธนันต์ ศรีสกุล, พูนศักดิ์ บุญประสิทธิ์, วรวิทย์ แก้ววิชิต, วิษณุ อักขยาณนุ และสรวิศ ตรีเพ็ญมาศ. (2552). การพัฒนาสเก็ตบอร์ดไฟฟ้า. *WHAT THAI Electronics*, 4(41), 114-119.
<https://ph03.tci-thaijo.org/index.php/trusci/article/view/515>
- ปัทมทรัพย์ สงวนประเสริฐ, ปาหุมนันท์ อับดุลรอฮิม, แก้ววิชิต อรุณ, อักขยาณนุ วิษณุ และตรีเพ็ญมาศ สรวิศ. (2559). การวิจัยและพัฒนารถเข็นอาหารผู้ป่วยที่ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าสำหรับใช้ในโรงพยาบาล. *วารสารวิชา*, 35(2), 16-32.
https://li01.tci-thaijo.org/index.php/wichcha/article/view/93411/0?utm_source=chatgpt.com
- วสัน บุตรพา. (2564). การวิเคราะห์รังสีกระจายและการป้องกันรังสีระหว่างการเอกซเรย์เคลื่อนที่. *วารสารวิทยาศาสตร์การแพทย์ไทย*, 63(3), 660-674.
<https://he02.tci-thaijo.org/index.php/dmsc/article/view/246945>
- Best, J. W. (1970). *Research in Education* (2nd ed.). Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Creswell, J. W. (2015). *Educational Research: Planning, Conducting, and Evaluating Quantitative and Qualitative Research* (5th ed.). Boston, MA: Pearson Education.
- Designing Trolley. (2019). *Hospital Trolley Design Guidelines*. Retrieved October 23, 2025 from <https://designingtrolley.com/hospital-trolley-design-guidelines/>
- Desouza, E. J., & Maslanyj, M. (2021). Quality control of mobile X-ray equipment: A 5-year analysis. *The British Journal of Radiology*, 94(1117), 20200906. doi.org/10.1259/bjr.20200906
- George, J., & Kamath, V. R. (2020). Speed control of BLDC motor using the PWM technique. *International Journal of Electrical Engineering & Technology*, 11(6), 30-38.
- Justin, S. (2021, March 15). *Types of Electric Vehicle Batteries*. Virta Global. Retrieved October 23, 2025 from <https://www.virta.global/blog/ev-battery-types>
- Khadka, K., & Maharjan, S. (2017). *Customer Satisfaction and Customer Loyalty: Case Trivsel städtjänster (Trivsel siivouspalvelut)* (Master's thesis). Retrieved November 5, 2025 from <https://www.theseus.fi/handle/10024/139650>
- Manouchehri, N., Nguyen, H., Kowal, P., McArthur, A., & Vengalasetti, Y. S. (2017). Pediatric chest radiography: Optimization of technique and reduction of dose. *Pediatric Radiology*, 47(11), 1447-1456. doi.org/10.1007/s00247-017-3911-8
- Morse, N. C. (1955). *Satisfaction in the White Collar Job*. Ann Arbor, MI: University of Michigan Press.
- Nayak, M., Kamath, K., Karunakara, R. L. J., Anchan, S. S., & Saikrishna, U. (2015). Fabrication of automated electronic trolley. *IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering*, 12(3), 72-84.
- Pan, F., Ye, T., Sun, P., Gui, S., Liang, B., Li, L., et al. (2020). Time course of lung changes at chest CT during recovery from coronavirus disease 2019 (COVID-19). *Radiology*, 295(3), 715-721.
<https://doi.org/10.1148/radiol.2020200370>

- Tagliaferri, S., Miller, C. T., Ford, J. J., Hahne, A. J., Main, L. C., Rantalainen, T., et al. (2018). Randomized trial of general strength and conditioning versus motor control and manual therapy for chronic low back pain on physical and self-report outcomes. *Journal of Clinical Medicine*, 7(11), 430. doi.org/10.3390/jcm7110430
- Zhang, L., Diraneyya, M. M., Ryu, J., Haas, C. T., & Abdel-Rahman, E. (2018). Automated monitoring of physical fatigue using jerk. *Advanced Engineering Informatics*, 38, 45-55. doi.org/10.1016/j.aei.2018.05.004