

การพัฒนาอุปกรณ์ป้องกันรังสีกระเจิงแบบพกพาได้ สำหรับการถ่ายภาพด้วยเอกซเรย์เคลื่อนที่ *

THE DEVELOPMENT OF A PORTABLE SCATTER RADIATION SHIELDING DEVICE FOR MOBILE X-RAY IMAGING

สุวิมล จิตตกุล¹ และ จงวัฒน์ ชีวกุล²

Suwimol Jittagul¹ and Jongwat Cheewakul²

¹ภาควิชารังสีวิทยา โรงพยาบาลตะโหมด พัทลุง

¹Department of Radiology, Tamot Hospital, Phatthalung, Thailand

²หลักสูตรรังสีเทคนิค ภาควิชารังสีวิทยา คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

²Radiological Technology Program, Department of Radiology, Faculty of Medicine,
Prince of Songkla University, Thailand

Corresponding Author's Email: jongwatcheewakul@hotmail.com

วันที่รับบทความ : 29 พฤษภาคม 2568; วันแก้ไขบทความ 7 มิถุนายน 2568; วันที่ตอบรับบทความ : 9 มิถุนายน 2568

Received 29 May 2025; Revised 7 June 2025; Accepted 9 June 2025

บทคัดย่อ

การศึกษาวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์คือ 1) เพื่อออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์ป้องกันรังสีกระเจิงแบบพกพาสำหรับใช้งานร่วมกับเครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่ 2) เพื่อประเมินประสิทธิภาพของอุปกรณ์ในการลดปริมาณรังสีกระเจิงในทำถ่ายภาพต่าง ๆ 3) เพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่ออุปกรณ์ป้องกันรังสีกระเจิงแบบพกพาที่พัฒนาขึ้น โดยเป็นการวิจัยเชิงทดลอง ซึ่งดำเนินการทดลองภายใต้สภาวะควบคุมโดยใช้อุปกรณ์ต้นแบบที่ได้รับการออกแบบทางวิศวกรรมและผลิตขึ้นด้วยเครื่องพิมพ์ 3 มิติ ประชากรที่ศึกษาได้แก่ พื้นที่ถ่ายภาพทางรังสีในหอผู้ป่วยของโรงพยาบาลตะโหมด โดยใช้ หุ่นจำลอง (phantom) แทน

Citation:



* สุวิมล จิตตกุล และ จงวัฒน์ ชีวกุล. (2568). การพัฒนาอุปกรณ์ป้องกันรังสีกระเจิงแบบพกพาได้ สำหรับการถ่ายภาพด้วยเอกซเรย์เคลื่อนที่. วารสารส่งเสริมและพัฒนาวิชาการสมัยใหม่, 3(3), 736-750.

Suwimol Jittagul and Jongwat Cheewakul. (2025). The Development Of A Portable Scatter Radiation Shielding Device For Mobile X-Ray Imaging. Modern Academic Development and Promotion Journal, 3(3), 736-750.;

DOI: <https://doi.org/10.>

<https://so12.tci-thaijo.org/index.php/MADPIADP/>

ผู้ป่วยจริง และทำการทดสอบในท่าถ่ายภาพ Chest AP (ท่านอนหงาย) และ Pelvis AP โดยใช้เครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่ BMI JET 32 Plus และเครื่องวัดรังสีวัดค่ารังสีกระเจิงที่ระดับความสูง 120 เซนติเมตรจากพื้น ทั้งก่อนและหลังการใช้อุปกรณ์ โดยใช้กลุ่มตัวอย่าง เป็นหุ่นจำลอง (phantom) แทนผู้ป่วยจริง

ข้อมูลที่ได้จากการวัดรังสีนำมาวิเคราะห์ด้วย สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน รวมถึงการคำนวณร้อยละการลดลงของรังสีกระเจิง เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของอุปกรณ์ ตลอดจนประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานด้วยแบบสอบถาม วิเคราะห์เชิงพรรณนาด้วย ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ร้อยละของการลดลงของรังสีกระเจิง ก่อนและหลังใช้อุปกรณ์และ ประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้

ผลการวิจัยพบว่า

1) สามารถออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์ป้องกันรังสีกระเจิงแบบพกพาได้สำเร็จ อุปกรณ์มีลักษณะน้ำหนักเบา เคลื่อนย้ายสะดวก เหมาะสมกับการใช้งานร่วมกับเครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่ และสามารถติดตั้งใช้งานได้ในพื้นที่จำกัดจริง

2) อุปกรณ์ที่พัฒนาขึ้นสามารถลดปริมาณรังสีกระเจิงได้อย่างมีประสิทธิภาพในแต่ละตำแหน่งรอบตัวของหุ่นจำลองในท่าถ่ายภาพ (AP chest) พบว่า มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การลดลงของรังสีกระเจิงระหว่าง 13.5% ถึง 99.5%

3) ผู้ใช้งานมีความพึงพอใจในระดับมากที่สุดจากแบบสอบถามความพึงพอใจ (10 รายการ) พบว่า คะแนนเฉลี่ยอยู่ในช่วง 4.70 – 5.00 แสดงถึงความเหมาะสมทั้งด้านการใช้งาน ความสะดวก น้ำหนัก และสภาพแวดล้อมของหอผู้ป่วย

ที่สำคัญพบว่า อุปกรณ์ป้องกันรังสีกระเจิงแบบพกพาที่พัฒนาขึ้นสามารถลดปริมาณรังสีกระเจิงได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทุกท่าที่ทำการทดสอบ โดยไม่รบกวนขั้นตอนการถ่ายภาพ และได้รับระดับความพึงพอใจจากผู้ใช้งานอยู่ในระดับ “มากที่สุด” (ค่าเฉลี่ย 4.70 – 5.00) แสดงให้เห็นถึงความเป็นไปได้ในการนำไปใช้งานจริงและต่อยอดในคลินิก

คำสำคัญ: อุปกรณ์ป้องกันรังสีแบบพกพา, รังสีกระเจิง, เครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่, การป้องกันอันตรายจากรังสี, การถ่ายภาพทางการแพทย์

Abstract

This study had three main objectives: 1 . To design and develop a portable scatter radiation shielding device for use with mobile X-ray units, 2. To evaluate the effectiveness of the device in reducing scatter radiation in various radiographic positions, and 3 . To assess user satisfaction with the developed shielding device.

This experimental study was conducted under controlled conditions using a prototype designed based on engineering principles and fabricated with 3D printing technology. The study was carried out in the radiographic area of the inpatient ward at Thamod Hospital. A phantom was used to simulate a real patient during imaging in standard radiographic positions, including chest AP (supine) and pelvis AP. A mobile X-ray unit (BMI JET 3 2 Plus) was employed, and scatter radiation was measured using a dosimeter positioned at a height of 120 centimeters from the floor, both before and after applying the shielding device. The phantom served as the sample for all measurements.

Data collected from radiation measurements were analyzed using descriptive statistics, including mean and standard deviation, as well as the percentage reduction in scatter radiation to assess the effectiveness of the device. In addition, user satisfaction was evaluated using a questionnaire and analyzed descriptively.

Results revealed that:

1. The development of the portable scatter radiation shielding device was successful. The device was lightweight, easy to transport, compatible with mobile X-ray units, and suitable for use in confined clinical spaces.

2 . The device effectively reduced scatter radiation, with average percentage reductions ranging from 13.5 % to 99.5 % at different positions around the phantom in the chest AP position.

3. User satisfaction was rated at the highest level. From the satisfaction questionnaire (10 items), the average scores ranged from 4.70 to 5.00, indicating suitability in terms of usability, convenience, weight, and adaptability to inpatient ward environments.

Importantly, the device demonstrated a statistically significant reduction in scatter radiation in all tested positions without interfering with the imaging procedure. Users reported the highest level of satisfaction (mean scores between 4.70 and 5.00), supporting the device's feasibility for real-world clinical application and future development.

Keywords: Portable radiation shielding, Scattered radiation, Mobile X-ray, Radiation protection, Medical imaging

บทนำ

ในปัจจุบันการใช้เครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่ (Mobile X-ray) ได้รับความนิยมเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องในสถานพยาบาลทั่วประเทศ เนื่องจากสามารถให้บริการถ่ายภาพทางรังสีแก่ผู้ป่วยที่ไม่สามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวก โดยเฉพาะในหอผู้ป่วยหนัก หอผู้ป่วยเด็ก หรือผู้สูงอายุที่มีภาวะอ่อนแอ กระทรวงสาธารณสุขมีนโยบายสนับสนุนการเข้าถึงบริการทางการแพทย์ที่ปลอดภัยและมีประสิทธิภาพอย่างทั่วถึง ซึ่งรวมถึงการป้องกันอันตรายจากรังสี (Radiation Protection) แก่บุคลากรและผู้ป่วย ตามพระราชบัญญัติพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ พ.ศ. 2559 และหลักการ ALARA (As Low As Reasonably Achievable)

อย่างไรก็ตาม สภาพปัญหาที่พบในปัจจุบันคือการถ่ายภาพด้วยเครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่อาจก่อให้เกิด รังสีกระเจิง (Scattered Radiation) ซึ่งส่งผลกระทบต่อบุคลากรทางการแพทย์ผู้ดูแล และผู้ป่วยรายอื่นในบริเวณใกล้เคียง (Moonkum, 2023) พบว่าในระยะห่าง 100–200 เซนติเมตรจากเครื่องเอกซเรย์ มีการตรวจพบปริมาณรังสีกระเจิงในระดับที่มีนัยสำคัญ แม้จะไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานด้านความปลอดภัย แต่ก็ถือเป็นความเสี่ยงสะสมที่ไม่ควรมองข้าม โดยเฉพาะในพื้นที่ที่มีการใช้งานบ่อยครั้งและมีข้อจำกัดด้านพื้นที่

จากการสำรวจการปฏิบัติงานของบุคลากรในโรงพยาบาลตะโหนด จังหวัดพัทลุง พบว่าหอผู้ป่วยมักมีพื้นที่จำกัด และมีการใช้งานเครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่เป็นประจำ ซึ่งทำให้

บุคลากรต้องอยู่ในระยะใกล้กับผู้ป่วยในขณะที่ทำการหัตถการ ทำให้มีโอกาสได้รับรังสีกระเจิงมากขึ้น ขณะเดียวกัน อุปกรณ์ป้องกันรังสีที่มีอยู่ในปัจจุบันยังไม่ตอบโจทย์ด้านความคล่องตัว น้ำหนัก และการใช้งานจริงในภาคสนาม

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงเห็นความจำเป็นในการพัฒนา อุปกรณ์ป้องกันรังสีกระเจิงแบบพกพาที่สามารถใช้งานได้จริงในบริบทของโรงพยาบาลชุมชน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มความปลอดภัยแก่บุคลากร ลดความเสี่ยงสะสมจากรังสี และสามารถต่อยอดการใช้งานในสถานการณ์อื่น ๆ ได้อย่างยืดหยุ่น การวิจัยครั้งนี้จึงเป็นแนวทางที่มีความสำคัญในการสนับสนุนบริการถ่ายภาพทางรังสีให้ปลอดภัยและยั่งยืนยิ่งขึ้น

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์ป้องกันรังสีกระเจิงแบบพกพาสำหรับใช้งานร่วมกับเครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่
2. เพื่อประเมินประสิทธิภาพของอุปกรณ์ในการลดปริมาณรังสีกระเจิงในท่าถ่ายภาพต่าง ๆ
3. เพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่ออุปกรณ์ป้องกันรังสีกระเจิงแบบพกพาที่พัฒนาขึ้น

การทบทวนวรรณกรรม

มีการศึกษาหลายชิ้นที่เน้นการออกแบบอุปกรณ์ป้องกันรังสีสำหรับบุคลากรทางการแพทย์ ซึ่งช่วยลดการได้รับรังสีขณะปฏิบัติงานโดยใช้เทคโนโลยีต่าง ๆ เช่น การออกแบบที่คำนึงถึงความสะดวกในการใช้งานและประสิทธิภาพในการป้องกันรังสี ภายในหอผู้ป่วยกระดูกและข้อของโรงพยาบาลตะโหนด พบว่ามีจำนวนผู้ป่วยที่จำเป็นต้องรับการถ่ายภาพทางรังสีด้วยเครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่เป็นจำนวนมาก แม้ว่าปริมาณรังสีที่ได้รับจากเครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่จะมีปริมาณไม่สูงมากนัก แต่อย่างไรก็ตาม การคำนึงถึงอันตรายทางรังสีนับว่าเป็นสิ่งสำคัญ

Moonkum และคณะ (2023) ได้ศึกษาการกระจายของรังสีกระเจิงระหว่างการทำภาพถ่ายทรวงอกด้วยเครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่ในผู้ป่วย COVID-19 โดยพบว่าปริมาณรังสีกระเจิงมีแนวโน้มลดลงเมื่ออยู่ห่างจากแหล่งกำเนิดรังสีมากขึ้น การศึกษานี้ชี้ให้เห็นถึงความ

จำเป็นในการมีอุปกรณ์ป้องกันรังสีที่มีประสิทธิภาพเพื่อเพิ่มความปลอดภัยให้แก่บุคลากรทางการแพทย์

วสัน บุตรพา (2021) ศึกษาทิศทางและระยะห่างที่เหมาะสมต่อความปลอดภัยจากรังสีกระเจิงรอบเครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่ โดยระบุว่ามุมที่ปลอดภัยคือ 0 องศา และควรรักษา ระยะห่างไม่น้อยกว่า 4 เมตร ซึ่งเป็นข้อมูลสำคัญต่อการออกแบบตำแหน่งการใช้งานของ อุปกรณ์ป้องกันรังสี

Tam และคณะ (2023) วิเคราะห์ปริมาณรังสีกระเจิงในงานถ่ายภาพเด็กและผู้ใหญ่ พบว่าปริมาณรังสีที่ผู้ดูแลได้รับแม้อยู่ในระดับปลอดภัยแต่มีความแตกต่างกันตามความสูงและ ระยะ ทำให้เห็นความสำคัญของการใช้แนวคิด ALARA (As Low As Reasonably Achievable) และความจำเป็นในการมีอุปกรณ์ป้องกันที่ยืดหยุ่นและเคลื่อนย้ายได้

Siranyapong และคณะ (2018) ศึกษาการตั้งค่าพารามิเตอร์ในการถ่ายภาพช่องท้อง พบว่าการปรับค่าพลังงานรังสีให้เหมาะสมสามารถลดปริมาณรังสีที่ได้รับได้มากถึง 77% โดย ไม่ลดคุณภาพของภาพ ส่งเสริมแนวคิดการออกแบบอุปกรณ์ที่ช่วยลดปริมาณรังสีโดยไม่ กระทบต่อการวินิจฉัย

Chung และคณะ (2019) ได้ออกแบบแผงกันรังสีเคลื่อนที่สำหรับใช้ในหัตถการ ERCP โดยพบว่าสามารถลดปริมาณรังสีที่บุคลากรได้รับได้อย่างมีนัยสำคัญ แสดงให้เห็นถึง ศักยภาพของอุปกรณ์ป้องกันรังสีแบบเคลื่อนที่ที่นำมาใช้จริงได้ในสถานพยาบาล

จากการทบทวนวรรณกรรม พบว่าแนวโน้มของการป้องกันรังสีกระเจิงที่มี ประสิทธิภาพและสามารถใช้งานในพื้นที่จำกัดเป็นเรื่องจำเป็น โดยเฉพาะในกรณีที่ใช้ เครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่ อุปกรณ์ป้องกันรังสีควรมีลักษณะเบา เคลื่อนย้ายสะดวก และยังสามารถลดปริมาณรังสีกระเจิงได้จริง การศึกษาวิจัยในครั้งนี้จึงตอบโจทย์ปัญหาดังกล่าวโดยอิงจากข้อมูลที่มีหลักฐานเชิงประจักษ์สนับสนุนอย่างชัดเจน

วิธีดำเนินการวิจัย

1. รูปแบบของการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนาอุปกรณ์ป้องกันรังสีกระเจิงแบบพกพา และทดสอบประสิทธิภาพของอุปกรณ์ใน การลดปริมาณรังสีกระเจิงที่เกิดขึ้นขณะใช้งานเครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่ในสถานการณ์จริง

2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ พื้นที่ถ่ายภาพทางรังสีในหอผู้ป่วยของโรงพยาบาล ตะโหนด คือบริเวณโดยรอบหุ่นจำลองของปอด (phantom Chest) ที่ใช้แทนผู้ป่วยจริงในการถ่ายภาพรังสีในท่ามาตรฐาน เช่น Chest AP Supine โดยกำหนดจุดวัดปริมาณรังสีกระเจิงที่ระดับความสูง 120 เซนติเมตรจากพื้น วัดแต่ละจุดจำนวน 3 ครั้ง ในแต่ละจุดห่างกัน 50 เซนติเมตร ทำมุม 45°, 90°, 135°, 180°, 225°, 270°, 315°, 360 องศา

3. วิธีการได้มาซึ่งกลุ่มตัวอย่าง

ใช้การเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) โดยพิจารณาจากบริเวณที่มีการใช้เครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่เป็นประจำ และอยู่ในลักษณะของสถานการณ์ที่เสมือนจริงในการถ่ายภาพผู้ป่วยจริง เพื่อให้การทดลองมีความสอดคล้องกับการใช้งานจริงมากที่สุด

4. การสร้างเครื่องมือและตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ

อุปกรณ์ป้องกันรังสีกระเจิงที่พัฒนาขึ้นได้รับการออกแบบด้วยโปรแกรม CAD แสดงในภาพที่ 1 และผลิตต้นแบบด้วยเครื่องพิมพ์ 3 มิติแบบ FDM โดยใช้เส้นใย PLA และแผ่นตะกั่วหนา 0.6 มิลลิเมตรติดตั้งภายใน แสดงในภาพที่ 2 ตรวจสอบคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ด้านฟิสิกส์การแพทย์และรังสีเทคนิค เพื่อประเมินความเหมาะสมด้านโครงสร้างและความสามารถในการลดรังสีกระเจิง

5. การเก็บรวบรวมข้อมูล

- วัดค่ารังสีกระเจิงด้วยเครื่องวัดรังสีที่ความสูง 120 เซนติเมตรจากพื้น
- ทดสอบการถ่ายภาพทั้งในสถานะที่มีและไม่มีการใช้อุปกรณ์
- ใช้เครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่ BMI JET 32 Plus (500 mA, 125 kVp)
- รวบรวมข้อมูลจากการวัดในท่าถ่ายภาพ Chest AP Supine (เอกซเรย์ปอดท่านอนหงาย)
- ประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานด้วยแบบสอบถามมาตรฐาน Likert scale 5 ระดับ

6. การวิเคราะห์ข้อมูล

- วิเคราะห์เชิงพรรณนาด้วย ค่าเฉลี่ย และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
- คำนวณ ร้อยละของการลดลงของรังสีกระเจิง ก่อนและหลังใช้อุปกรณ์
- วิเคราะห์ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานตามเกณฑ์ที่กำหนด

(4.51–5.00 = พึงพอใจมากที่สุด) โดยนำคะแนนการประเมินผลของอุปกรณ์ป้องกันรังสีที่พัฒนาขึ้นมานี้ จะยึดเกณฑ์การประเมินความพึงพอใจเป็นหลัก โดยมีเกณฑ์การพิจารณา ระดับความพึงพอใจ มาคำนวณหาเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและระบุระดับความพึงพอใจ

ของบุคลากรทางรังสี ตามแนวคิดของ Likert กำหนดค่าคะแนนของแบบสอบถามประเมิน มีลักษณะเป็นมาตราประมาณค่า 5 ระดับ ดังนี้ (สรชัย พิศาล, 2541)

5 หมายถึง มีระดับความพึงพอใจเป็นอย่างยิ่ง

4 หมายถึง มีระดับพึงพอใจ

3 หมายถึง มีระดับค่อนข้างพึงพอใจ

2 หมายถึง มีระดับไม่พึงพอใจ

1 หมายถึง มีระดับไม่พึงพอใจเป็นอย่างยิ่ง

โดยผู้วิจัยกำหนดเกณฑ์แปลความหมายไว้ดังนี้

การประเมินผลของอุปกรณ์ป้องกันรังสีที่พัฒนาขึ้นมานี้ จะยึดเกณฑ์การประเมินความพึงพอใจเป็นหลัก โดยมีเกณฑ์การพิจารณาระดับความพึงพอใจ ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.51-5.00 หมายถึง พึงพอใจเป็นอย่างยิ่ง

ค่าเฉลี่ย 3.51-4.50 หมายถึง พึงพอใจ

ค่าเฉลี่ย 2.51-3.50 หมายถึง ค่อนข้างพึงพอใจ

ค่าเฉลี่ย 1.51-2.50 หมายถึง ไม่พึงพอใจ

ค่าเฉลี่ย 1.00-1.50 หมายถึง ไม่พึงพอใจเป็นอย่างยิ่ง

เอกสารรับรองการวิจัยในมนุษย์

คณะผู้วิจัยได้ยื่นเอกสารขอรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ รหัสโครงการวิจัย พท 0033.307/6/216 จากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดพัทลุง โดยคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดพัทลุง (Phatthalung Public Health Office Research Ethics Committee : PPHOREC) ผ่านการ รับรองวันที่ 16 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2568 และก่อน เข้าร่วมวิจัย ผู้วิจัยได้ชี้แจงสิทธิของผู้เข้าร่วมวิจัย วัตถุประสงค์ รวมถึงวิธีการในการวิจัยให้ผู้วิจัยได้รับข้อมูลอย่างเพียงพอ โดยข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างถูกเก็บไว้เป็นความลับและไม่มีการระบุตัวตนของผู้ตอบ

ผลการวิจัย

1. การออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์ป้องกันรังสีกระเจิงแบบพกพา

อุปกรณ์ต้นแบบได้รับการออกแบบโดยคำนึงถึงความสามารถในการป้องกันรังสีน้ำหนักเบา และสามารถติดตั้งร่วมกับพื้นที่จำกัดในหอผู้ป่วยได้ โดยวัสดุที่ใช้ประกอบด้วยโครงสร้างพิมพ์จากเครื่อง 3D printer แบบ FDM ใช้ PLA เป็นวัสดุหลักและมีช่องใส่แผ่นตะกั่วหนา 0.6 มิลลิเมตร เพื่อเสริมความสามารถในการดูดซับรังสีกระเจิง

2. ประสิทธิภาพของอุปกรณ์ในการลดปริมาณรังสีกระเจิง

จากการทดลองเปรียบเทียบค่ารังสีกระเจิงก่อนและหลังใช้ในท่าถ่าย Chest AP แสดงในภาพที่ 3 พบว่า:

ตำแหน่งที่อยู่ใกล้ลำรังสีปฐมภูมิ เช่น ด้านหน้า (0 องศา) และด้านหลัง (180 องศา) มีค่ารังสีกระเจิงสูงที่สุดก่อนใช้ (ค่าประมาณ 2284 – 3780 $\mu\text{Sv/hr}$)

หลังใช้อุปกรณ์ ค่ารังสีกระเจิงลดลงอย่างชัดเจน เช่น จาก 3780 $\rightarrow$ 18 $\mu\text{Sv/hr}$ และจาก 3440 $\rightarrow$ 10 $\mu\text{Sv/hr}$

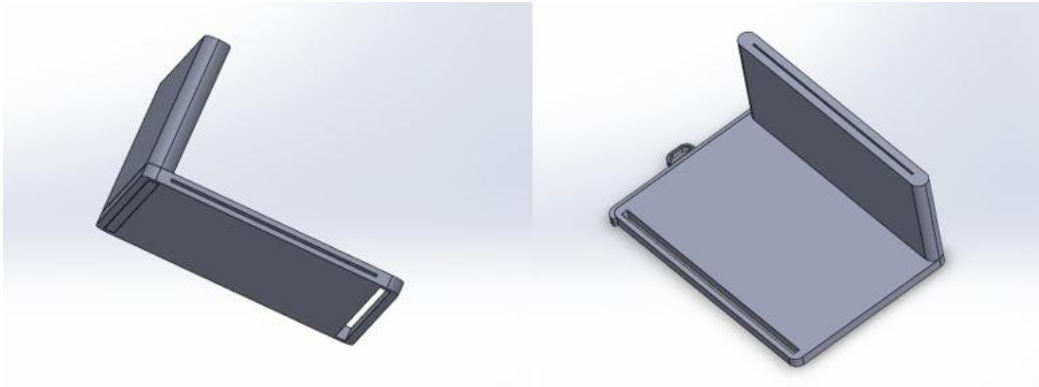
มุมด้านข้างและมุมเฉียง (45° , 90° , 135° , ฯลฯ) ก็มีการลดลงของค่ารังสีกระเจิงในทุกตำแหน่ง

พื้นที่สีแดงและส้มในแผนผังกลายเป็นพื้นที่สีเขียวหรือเหลืองหลังใช้อุปกรณ์ แสดงถึงการลดลงของปริมาณรังสีกระเจิงได้ในระดับมากกว่า 90% บางจุดสูงถึง 99.5%

สรุป อุปกรณ์สามารถลดปริมาณรังสีกระเจิงได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และครอบคลุมทุกทิศทางการแพร่กระจาย

3. ความพึงพอใจของผู้ใช้งาน

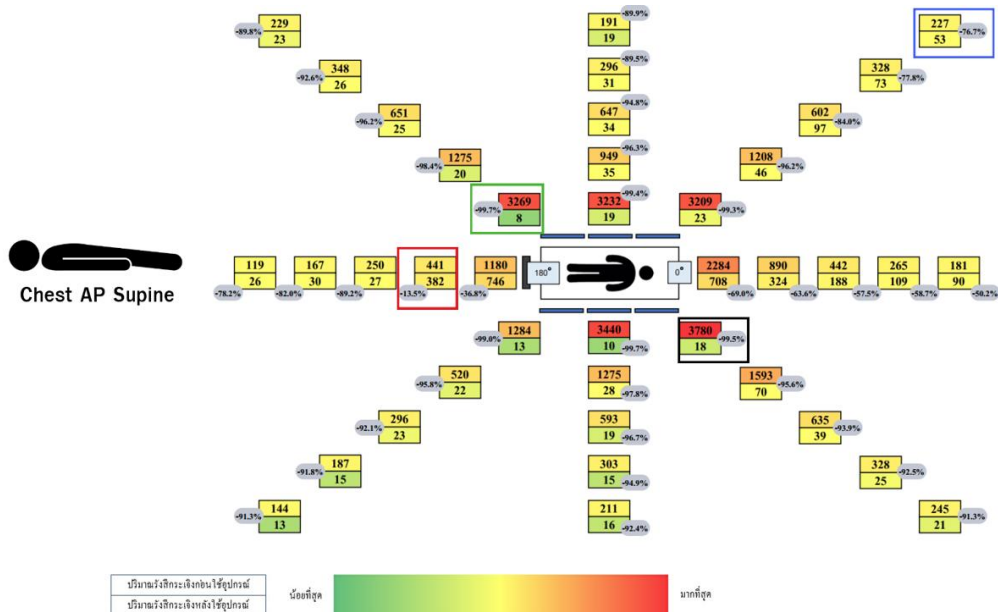
แบบสอบถามประเมินความพึงพอใจพบว่าผู้ใช้งานมีความพึงพอใจในระดับ “มากที่สุด” โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 4.70 – 5.00 จาก 5.00 ซึ่งสะท้อนว่าอุปกรณ์ใช้งานได้สะดวก ไม่รบกวนการทำงาน และเหมาะสมกับบริบทของหอผู้ป่วย



ภาพที่ 1 (การออกแบบโมเดล 3 มิติสำหรับ 3D printer)



ภาพที่ 2 (ต้นแบบโมเดล 3 มิติ สำหรับใส่แผ่นตะกั่วความหนา 0.6 มิลลิเมตร)



ภาพที่ 3 (ภาพแสดงการกระจายของปริมาณรังสีกระเจิงก่อนและหลังใช้อุปกรณ์ป้องกันรังสีในท่า Chest AP Supine ที่ระยะหัววัดรังสีสูงจากพื้น 120 เซนติเมตร ($\mu\text{Sv/hr}$))

ตารางที่ 1 (ผลประเมินความพึงพอใจของบุคลากรทางรังสีในการใช้งานอุปกรณ์ป้องกันรังสี จำนวน 10 คน)

	หัวข้อการประเมิน	$\bar{x}$	SD	ระดับความพึงพอใจ
1	อุปกรณ์สามารถลดทอนปริมาณรังสีกระเจิงโดยรอบได้	4.8	0.42	มากที่สุด
2	อุปกรณ์ใช้งานง่าย สะดวก	4.75	0.46	มากที่สุด
3	อุปกรณ์ช่วยลดความกังวลใจเรื่องอันตรายจากรังสี	4.78	0.44	มากที่สุด
4	ความต้องการใช้อุปกรณ์นี้ในสถานที่ปฏิบัติงานจริง	4.82	0.4	มากที่สุด
5	ความพึงพอใจต่อรูปแบบและความสวยงามของอุปกรณ์	4.85	0.38	มากที่สุด
6	อุปกรณ์สามารถจัดเก็บง่าย ประหยัดพื้นที่	4.73	0.5	มากที่สุด
7	ความปลอดภัยต่อการใช้งาน	4.77	0.45	มากที่สุด
8	ช่วยลดรังสีกระเจิงแก่ผู้ป่วยที่อยู่เตียงข้างเคียง	4.79	0.41	มากที่สุด
9	ราคาต้นทุนในการผลิตอุปกรณ์นี้เหมาะสม	4.7	0.52	มากที่สุด
10	น้ำหนักเบา ติดตั้งสะดวก	4.81	0.39	มากที่สุด

อภิปรายผล

ผลการวิจัยที่ได้จากการพัฒนาและทดสอบอุปกรณ์ป้องกันรังสีกระเจิงแบบพกพา สะท้อนให้เห็นถึงประสิทธิภาพของอุปกรณ์ทั้งในด้านการลดปริมาณรังสีกระเจิง และความเหมาะสมในการใช้งานจริง ซึ่งสามารถอภิปรายตามวัตถุประสงค์แต่ละข้อได้ดังนี้

วัตถุประสงค์ที่ 1 เพื่อออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์ป้องกันรังสีกระเจิงแบบพกพา

อุปกรณ์ที่พัฒนาขึ้นมีลักษณะน้ำหนักเบา เคลื่อนย้ายสะดวก และสามารถใช้งานร่วมกับเครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่ในพื้นที่จำกัดได้จริง ผลการประเมินโดยผู้ใช้งานพบว่ามีคามพึงพอใจในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย 4.70 – 5.00) ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความเหมาะสมด้านการออกแบบทั้งทางเทคนิคและการใช้งานในบริบทจริง แสดงในตารางที่ 1 ผลการศึกษานี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Paulis et al. (2025) ที่ได้ประเมินการกระจายของรังสีกระเจิงและรังสีรั่วจากอุปกรณ์เอกซเรย์แบบพกพา (ultra-portable X-ray systems) โดยพบว่าการปฏิบัติตามหลักการพื้นฐานของความปลอดภัยทางรังสี เช่น การลดเวลาในการสัมผัสรังสี การเพิ่มระยะห่างจากแหล่งกำเนิดรังสี และการใช้เครื่องป้องกันรังสี สามารถลดปริมาณรังสีที่ผู้ปฏิบัติงานได้รับให้อยู่ในระดับที่ปลอดภัยตามมาตรฐานสากลได้

วัตถุประสงค์ที่ 2 เพื่อประเมินประสิทธิภาพของอุปกรณ์ในการลดปริมาณรังสีกระเจิง

จากผลการทดลองพบว่า อุปกรณ์สามารถลดปริมาณรังสีกระเจิงได้อย่างชัดเจนในทุกตำแหน่งที่ทำการวัด โดยเฉพาะบริเวณ 0° และ 180° ที่อยู่ใกล้ลำรังสีปฐมภูมิ ซึ่งก่อนใช้พบปริมาณรังสีสูงถึง 3780 $\mu\text{Sv/hr}$ และหลังใช้ลดลงเหลือเพียง 18 $\mu\text{Sv/hr}$ คิดเป็นการลดลงมากกว่า 99.5% ซึ่งแสดงถึงประสิทธิภาพของอุปกรณ์ในการป้องกันรังสีกระเจิงได้อย่างเป็นรูปธรรม

ผลการศึกษาสอดคล้องกับงานวิจัยของ Moonkum et al. (2023) ที่ระบุว่าปริมาณรังสีกระเจิงจากเครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่มีค่าสูงในบริเวณใกล้ลำรังสี และแนะนำให้ใช้อุปกรณ์ป้องกันเพื่อเพิ่มความปลอดภัยให้บุคลากร และสอดคล้องกับ Chung et al. (2019) ซึ่งพบว่าแผงกันรังสีเคลื่อนที่ช่วยลดรังสีที่บุคลากรได้รับในหัตถการ ERCP ได้อย่างมีนัยสำคัญ

นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับการศึกษาของ Tam et al. (2023) ที่รายงานว่าผู้ดูแลเด็กในการถ่ายภาพรังสีมีโอกาสดับรับรังสีกระเจิงในระดับที่สูงกว่าบริเวณอื่น โดยเฉพาะหากอยู่ใกล้ลำรังสี ซึ่งยิ่งตอกย้ำถึงความจำเป็นของอุปกรณ์ป้องกันที่มีประสิทธิภาพในการลดรังสีในพื้นที่เฉพาะจุด

วัตถุประสงค์ที่ 3 เพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งาน

จากแบบสอบถามความพึงพอใจ ผู้ใช้งานส่วนใหญ่ให้คะแนนอยู่ในระดับ “พึงพอใจมากที่สุด” ครอบคลุมทั้งด้านประสิทธิภาพ น้ำหนัก ความสะดวกในการใช้งาน และความเหมาะสมกับบริบทจริงในหอผู้ป่วย ผลนี้สะท้อนว่านอกจากอุปกรณ์จะมีประสิทธิภาพทางกายภาพแล้ว ยังสอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้ในทางปฏิบัติ ซึ่งช่วยส่งเสริมให้มีโอกาสถูกนำไปใช้งานจริงในวงกว้าง ผลการศึกษานี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Alomairy, (2024) พบว่าแม่พยาบาลในหอผู้ป่วยวิกฤตเด็กจะมีความรู้เกี่ยวกับการป้องกันรังสีในระดับปานกลาง แต่มีทัศนคติที่ดีต่อความปลอดภัยจากรังสี โดยให้ความร่วมมือในการเว้นระยะห่าง ใช้อุปกรณ์ป้องกัน และสนับสนุนการปฏิบัติตามแนวทางความปลอดภัย ซึ่งแสดงถึงความพร้อมและความพึงพอใจต่อการใช้งานในบริบทจริง

สรุป/ข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้สรุปได้ว่า การพัฒนาอุปกรณ์ป้องกันรังสีกระเจิงแบบพกพาที่ออกแบบมาเพื่อใช้กับเครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่ มีประสิทธิภาพในการลดปริมาณรังสีกระเจิงได้อย่างชัดเจน ครอบคลุมในทุกทิศทางของการวัด โดยสามารถลดค่ารังสีได้มากกว่า 90–99% จากค่าก่อนใช้ และมีความพึงพอใจจากผู้ใช้งานในระดับ “มากที่สุด” ทั้งในด้านประสิทธิภาพ ความสะดวกในการใช้งาน และการนำไปใช้จริงในหอผู้ป่วยที่มีพื้นที่จำกัด อุปกรณ์นี้จึงนับเป็นทางเลือกใหม่ที่ส่งเสริมความปลอดภัยของบุคลากรทางการแพทย์และสอดคล้องกับแนวทาง ALARA ที่เน้นการลดปริมาณรังสีให้น้อยที่สุดเท่าที่สามารถทำได้

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 ข้อเสนอแนะด้านนโยบาย

ควรสนับสนุนให้มีการจัดสรรงบประมาณสำหรับการจัดหาอุปกรณ์ป้องกันรังสีกระเจิงแบบพกพาในโรงพยาบาลชุมชน โดยเฉพาะพื้นที่ที่มีการใช้งานเครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่เป็นประจำ รวมถึงบรรจุแนวทางการใช้อุปกรณ์ไว้ในแนวนโยบายด้านความปลอดภัยทางรังสีของกระทรวงสาธารณสุข

1.2 ข้อเสนอแนะด้านการปฏิบัติงาน

ควรบูรณาการการใช้อุปกรณ์ดังกล่าวในแนวทางปฏิบัติงานของหน่วยรังสีวิทยา พร้อมจัดฝึกอบรมเจ้าหน้าที่ให้สามารถใช้งานอุปกรณ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อสร้างความตระหนักรู้ด้านความปลอดภัยจากรังสีกระเจิง

1.3 ข้อเสนอแนะด้านการเรียนรู้และเผยแพร่

ควรมีการจัดนิทรรศการ หรือเวิร์กช็อปให้บุคลากรในระดับโรงพยาบาลชุมชนได้รับรู้แนวทางในการป้องกันรังสีด้วยอุปกรณ์ต้นแบบที่สามารถผลิตได้เอง รวมถึงสนับสนุนการสร้างต้นแบบเพิ่มเติมด้วยเครื่องพิมพ์ 3 มิติในหน่วยงานที่มีศักยภาพ

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

จากประเด็นสำคัญที่ค้นพบในการวิจัยนี้ ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความสามารถของอุปกรณ์ในการลดรังสีกระเจิงอย่างมีนัยสำคัญ ทั้งในเชิงฟิสิกส์และความพึงพอใจจากผู้ใช้งาน จึงเสนอแนวทางสำหรับการวิจัยต่อไป ดังนี้

2.1 ควรศึกษาผลของการใช้อุปกรณ์ในสถานการณ์จริงที่มีผู้ป่วยและเจ้าหน้าที่ร่วมปฏิบัติงาน เพื่อประเมินผลกระทบต่อ workflow และความเหมาะสมในภาวะฉุกเฉิน

2.2 ควรพัฒนาเทคนิคหรือกลยุทธ์ในการผลิตอุปกรณ์ต้นแบบในระดับโรงพยาบาลชุมชน โดยเน้นต้นทุนต่ำแต่มีประสิทธิภาพ

2.3 ควรศึกษาการนำอุปกรณ์ไปใช้ในสภาพแวดล้อมอื่น เช่น หน่วยเคลื่อนที่ฉุกเฉิน (EMS) หรือในศูนย์สุขภาพชุมชน เพื่อขยายผลการใช้ให้ครอบคลุมในระดับปฐมภูมิ

การวิจัยนี้จึงมีส่วนสำคัญในการส่งเสริมแนวทาง “ความปลอดภัยจากรังสีสำหรับทุกคน” ที่สามารถพัฒนาและขยายผลไปสู่การใช้งานจริงในระบบสาธารณสุขระดับชาติได้อย่างยั่งยืน

เอกสารอ้างอิง

Moonkum, N., Jitchom, S., Sukaram, S., Nimtrakool, N., Boonrat, P., & Tochaikul, G. (2023). Determination of scattered radiation dose for radiological staff during portable chest examinations of COVID-19 patients. *Radiological Physics and Technology*, 16(1), 85–93. <https://doi.org/10.1007/s12194-022-00690-9>

- วสัน บุตรพา. (2021). การวิเคราะห์ปริมาณรังสีกระเจิงและการป้องกันอันตรายจากรังสีเมื่อถ่ายภาพด้วยเครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่. *วารสารกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์*, 63(3), 660–674.
- สรชัย พิศาลบุตร, พัทธราภรณ์ ปัญญาวุฒิ ไกร, จรีพรโกลากุล, นันทิดา อุ่นจันทร์, นลิน เจนวทย์วิชัยกุล, & ศูนย์บริการวิชาการแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. (1999). *การประเมินผลความพึงพอใจต่อโครงสร้างและระบบการทำงานของสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา พ. ศ. 2541*.
- Tam, S. Y., Fung, Y. Y., Lau, S. Y., Lam, W. N., & Wong, E. T. H. (2023). Scatter radiation distribution to radiographers, nearby patients and caretakers during portable and pediatric radiography examinations. *Bioengineering*, 10(7), 779. <https://doi.org/10.3390/bioengineering10070779>
- Siranyapong, S., Suwanpradit, P., Arjhansiri, K., & Khamwan, K. (2018). Optimization of radiation dose and image quality in abdominal radiography using digital mobile X-ray system. *Thai Journal of Radiological Technology*, 43(1), 13–20.
- Chung, K. H., Park, Y. S., Ahn, S. B., & Son, B. K. (2019). Radiation protection effect of mobile shield barrier for the medical personnel during endoscopic retrograde cholangiopancreatography: A quasi-experimental prospective study. *BMJ Open*, 9(3), e027729. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2018-027729>
- Paulis, L. E., Schnerr, R. S., Halton, J., Qin, Z. Z., & Chua, A. (2025). Assessment of scattered and leakage radiation from ultra-portable X-ray systems in chest imaging: An independent study. *PLOS Global Public Health*, 5(1), e0003986. <https://doi.org/10.1371/journal.pgph.0003986>
- Alomairy, N. A. (2024). Evaluating the knowledge and attitudes towards radiation protection in portable radiological examinations among nurses in pediatric intensive care units. *Radioprotection*, 59(1), 36–41. <https://doi.org/10.1051/radiopro/2023044>