



Original Article

ผลของการปรับค่าเทคนิคการถ่ายภาพรังสีต่อค่าดัชนีเบี่ยงเบนของปริมาณรังสีและค่าปริมาณรังสีอ้างอิงจากภาพถ่ายรังสีทรวงอกแบบดิจิทัลในโรงพยาบาลสมเด็จพระยุพราชหล่มเก่า

The outcome of exposure technique adjustment toward the deviation index and national diagnostic reference levels from digital chest radiographs in Lomkao Crown Prince Hospital

สุวนัย สีทาสังข์

กลุ่มงานรังสีวิทยา โรงพยาบาลสมเด็จพระยุพราชหล่มเก่า สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดเพชรบูรณ์ อำเภอหล่มเก่า จังหวัดเพชรบูรณ์ 67120

Suwanai Seetasung

Department of Radiology, Lomkao Crown Prince Hospital, Phetchabun Provincial Public Health Office, Lomkao, Phetchabun 67120

ผู้รับผิดชอบบทความ: สุวนัย สีทาสังข์ | Corresponding author: Suwanai Seetasung (lekkeo3107@gmail.com)

Received: 7 November 2023 | Revised: 8 June 2024 | Accepted: 27 November 2024

Thai J Rad Tech 2024;49(1):110-120

บทคัดย่อ

บทนำ: ค่าดัชนีการเบี่ยงเบนของปริมาณรังสี (Deviation index; DI) ในระบบสร้างภาพทางรังสีแบบดิจิทัล (Digital Radiography; DR) นั้นมีความสำคัญ ในการกำหนดค่าเทคนิคถ่ายภาพรังสีให้มีความเหมาะสม **วัตถุประสงค์การศึกษา:** เพื่อหาค่าเทคนิคถ่ายภาพรังสีทรวงอกแบบดิจิทัล ที่มีความเหมาะสม ตามมาตรฐานสากล ของสมาคมนักฟิสิกส์การแพทย์แห่งสหรัฐอเมริกา (American Association of Physicists in Medicine ; AAPM) ฉบับ 116 โดยที่ค่าปริมาณรังสีผ่านเข้าผิว (Entrance Skin Air Kerma ; ESAK) ในระดับหน่วยงาน มีค่าน้อยฐานไม่เกินค่าปริมาณรังสีอ้างอิง ในการถ่ายภาพรังสีวินิจฉัยทางการแพทย์ของประเทศไทย พ.ศ. 2566 รวมทั้งเปรียบเทียบค่าดัชนีการเบี่ยงเบนของปริมาณรังสี ค่าปริมาณรังสีผ่านเข้าผิว ในช่วงก่อนและหลังการปรับค่าเทคนิคถ่ายภาพรังสีทรวงอก **วิธีการศึกษา:** หาค่าเทคนิคใหม่ของการถ่ายภาพรังสีทรวงอก สำหรับเครื่องเอกซเรย์ โตชิบา รุ่น KXO-32s ชุดอุปกรณ์สร้างภาพระบบดิจิทัล เครื่องหมายการค้า PIXXGEN1417 โดยใช้หุ่นจำลองส่วนทรวงอก เก็บข้อมูลค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าสูงสุดของหลอดเอกซเรย์ (kVp) กระแสหลอดคูณเวลา (mAs) ค่าปริมาณรังสีผ่านเข้าผิว และค่าดัชนีการเบี่ยงเบนของปริมาณรังสี จากแต่ละเทคนิค เพื่อหาค่าเทคนิคการถ่ายภาพรังสีทรวงอกแบบดิจิทัล ที่มีความเหมาะสมตามมาตรฐาน AAPM ที่กำหนดค่าดัชนีการเบี่ยงเบนของปริมาณรังสี ให้อยู่ระหว่าง ± 3 และค่าปริมาณรังสีผ่านเข้าผิวตามค่าปริมาณรังสีอ้างอิงของไทย ที่กำหนดไว้ไม่เกิน 0.40 มิลลิเกรย์ จากนั้นทำการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล จากกลุ่มอาสาสมัคร จำนวน 68 ราย ที่มีช่วงอายุ 20-60 ปี ส่วนสูง 150-190 เซนติเมตร น้ำหนัก 45-75 กิโลกรัม และค่าดัชนีมวลกาย 18.5-22.9 กิโลกรัมต่อตารางเมตร **ผลการศึกษา:** พบว่าก่อนปรับค่าเทคนิคถ่ายภาพรังสีทรวงอก ค่าเฉลี่ยของ kVp ของการถ่ายภาพ คือ 117.41 ± 1.51 ค่าเฉลี่ย mAs คือ 3.71 ± 0.76 mAs ได้ค่าเฉลี่ยดัชนีการเบี่ยงเบนของปริมาณรังสีของภาพถ่ายรังสีเท่ากับ -4.11 ± 0.91 และค่าน้อยฐานของปริมาณรังสีผ่านเข้าผิว เท่ากับ 0.22 มิลลิเกรย์ หลังปรับค่าเทคนิคการถ่ายภาพรังสีทรวงอก ค่า kVp ของการถ่ายภาพเท่ากับ 124 kVp ค่า mAs เท่ากับ 4.5 ได้ค่าเฉลี่ยดัชนีการเบี่ยงเบนของปริมาณรังสีของภาพถ่ายรังสีเท่ากับ -2.38 ± 0.53 และค่าน้อยฐานของปริมาณรังสีผ่านเข้าผิวเท่ากับ 0.27 มิลลิเกรย์ เมื่อทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยดัชนีการเบี่ยงเบนของปริมาณรังสี และจำนวนร้อยละของภาพที่ผ่านมาตรฐาน ในช่วง

ก่อนและหลังปรับค่าเทคนิคถ่ายภาพรังสีทรวงอก พบว่าค่าเฉลี่ยดัชนีการเบี่ยงเบนของปริมาณรังสี มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P -value < 0.001) โดยมีจำนวนภาพถ่ายรังสีที่มีค่าดัชนีการเบี่ยงเบนของปริมาณรังสี อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน เพิ่มขึ้นเป็น 85% เมื่อเปรียบเทียบกับในช่วงก่อนปรับค่าเทคนิคถ่ายภาพรังสีทรวงอก (8%) **สรุปผลการศึกษา:** จากการวิจัยสรุปได้ว่าภาพถ่ายทางรังสีทรวงอกด้วยค่าเทคนิคแบบใหม่ มีค่าดัชนีการเบี่ยงเบนของปริมาณรังสี อยู่ในช่วงเกณฑ์มาตรฐานของ AAPM และมีค่าปริมาณรังสีผ่านเข้าผิวไม่เกินจากค่าปริมาณรังสีอ้างอิงของไทย ดังนั้นการศึกษานี้จึงแนะนำให้ใช้เทคนิคการถ่ายภาพรังสีแบบใหม่สำหรับการถ่ายภาพรังสีทรวงอกแบบดิจิทัล

คำสำคัญ: ค่าเทคนิคการถ่ายภาพรังสีทรวงอกแบบดิจิทัล, ค่าดัชนีเบี่ยงเบนของปริมาณรังสี, การถ่ายภาพรังสีทรวงอก

Abstract

Introduction: The Deviation Index (DI) plays a crucial role in digital imaging systems, guiding the selection of optimal radiographic techniques. **Objective:** This study aimed to optimize the chest postero-anterior (PA) X-ray radiographic technique with the optimal DI value as per AAPM recommendations, ensuring that the Entrance Skin Air Kerma (ESAK) stays within specified exposure limits. Furthermore, the study sought to compare the DI values before and after adjusting the exposure techniques. **Methods:** The radiographic parameters for chest PA X-ray were optimized by varying kVp and mAs while exposing a phantom. The ESAK and DI were recorded for each combination of exposure techniques. An appropriate exposure technique, according to the AAPM standard that determines the DI criteria which to be between ± 3 and an ESAK value not exceeding 0.4 mGy, was selected after the adjustment was performed. The original and adjusted exposure techniques were then applied to two patient groups, each consisting of 34 patients. Subsequently, a comparison was made between the original and the adjusted technique values. **Results:** The default exposure technique was 117.41 ± 1.51 kVp and 3.7 ± 0.76 mAs, resulting in chest radiographs with an average DI of -4.11 ± 0.91 and an ESAK value at the median of 0.22 mGy. After adjusting the exposure technique to 124 kVp and 4.5 mAs, the average DI was -2.38 ± 0.53 , and the ESAK value at the median was 0.27 mGy. When comparing the average DI values and the percentage of images meeting AAPM standards before and after modifying the exposure technique, a statistically significant difference was observed (p -value < 0.001). The number of radiographs with DI values within the AAPM standard increased to 85% of the total images, compared to 8% with the default exposure technique. **Conclusion:** The adjusted radiographic technique for chest radiographs achieves DI values within the standard criteria of AAPM and keeps ESAK values below the suggested reference level (Thailand DRLs 2023). Furthermore, the image quality is superior to that of the original technique. Therefore, this study recommends the adoption of the adjusted radiographic technique for digital chest radiography.

Keywords: Exposure technique for digital chest radiographs, Deviation index, Radiographic chest x-ray

บทนำ

ปัจจุบันภาพถ่ายทางรังสีเป็นหนึ่งในองค์ประกอบที่สำคัญในการตรวจวินิจฉัยโรคของแพทย์ จึงมีความจำเป็นที่จะต้องมีการควบคุมและพัฒนาคุณภาพอยู่เสมอ ซึ่งการปรับเปลี่ยนระบบการถ่ายภาพรังสี จากระบบสกรีนฟิล์ม (Film-Screen Radiography; FSR) เป็นระบบการสร้างภาพรังสีดิจิทัล (Digital Radiography: DR) นั้น มีข้อดี คือช่วยลดระยะเวลาการทำงาน และช่วยลดปัญหาในการตั้งค่าปริมาณรังสีที่มากเกินไปหรือน้อยเกินไป เนื่องจากสามารถปรับปรุงคุณภาพของภาพได้ โดยระบบและ

ผู้ใช้งาน แต่มีข้อจำกัด คือ ไม่สามารถทราบค่าปริมาณรังสีที่แท้จริงที่ใช้ในการสร้างภาพ^[1,2] เนื่องจากตัวแผ่นรับภาพ และส่วนที่แสดงภาพแยกออกจากกัน จึงไม่สัมพันธ์กับปริมาณรังสีที่ใช้ในการถ่ายภาพโดยตรง ดังนั้นคณะกรรมการอิลเลคโทรเทคนิคอลระดับสากล (International Electro Technical Commission: IEC) และสมาคมนักฟิสิกส์การแพทย์แห่งสหรัฐอเมริกา (American Association of Physicists in Medicine: AAPM) ร่วมมือกับบริษัทผู้ผลิต จึงพัฒนาค่าดัชนีการเบี่ยงเบนของปริมาณรังสี (Deviation index)^[3,4] เพื่อใช้ใน

การประเมินความเหมาะสมของปริมาณรังสีที่ใช้ในการถ่ายภาพรังสีดิจิทัลได้ง่ายขึ้น โดยค่า Deviation index เป็นค่าที่แสดงถึงความแตกต่างของปริมาณรังสี ที่ใช้ในการถ่ายภาพจริงกับปริมาณรังสีที่เหมาะสมสำหรับการถ่ายภาพตามที่ผู้ผลิตกำหนดไว้ ซึ่งมีคำแนะนำว่าการใช้รังสีที่เหมาะสมในการสร้างภาพรังสีดิจิทัล ควรให้ค่า Deviation index เข้าใกล้เลขศูนย์มากที่สุด โดยที่ค่า Deviation index ที่ยอมรับได้ควรอยู่ระหว่าง -3 ถึง 3 ค่า Deviation index ที่น้อยกว่า -3 หรือมากกว่า 3 ต้องทำการพิจารณาว่าอาจจะต้องเอกซเรย์ซ้ำ

จากการศึกษาวิจัยก่อนหน้าของประภัศร ไกรหาญ และดวงฤดี สุธมาธัย^[5] ได้ประเมินร้อยละค่าดัชนีชี้วัดปริมาณรังสีทั้ง Exposure index (EI) และ Deviation index ของถ่ายภาพรังสีทรวงอก ในกลุ่มผู้ป่วยเด็กอายุ 0-12 ปี ซึ่งผลการทดลองพบว่ามีจำนวนภาพรังสีที่อยู่ในช่วงเกณฑ์เหมาะสม เพียงร้อยละ 60.52 เท่านั้น ในปี 2566 ผู้วิจัยได้นำการวิจัยนี้^[5] มาอ้างอิงในการศึกษานำร่อง (Pilot Study) ค่า Deviation index ของภาพถ่ายรังสี เพื่อประเมินค่า Deviation index ของภาพถ่ายรังสีทรวงอกแบบดิจิทัล ของโรงพยาบาลสมเด็จพระยุพราชหล่มเก่า โดยเป็นการศึกษาย้อนหลัง ในเดือน มกราคม 2566 จำนวนทั้งหมด 1,766 ภาพ ผลการศึกษาพบว่าภาพถ่ายรังสีทรวงอก มีค่า Deviation index เฉลี่ยอยู่ที่ -4.38 (SD=1.00) ซึ่งอยู่ในช่วงที่น้อยกว่าค่ามาตรฐาน และในเดือน กุมภาพันธ์ 2566 ผู้วิจัยได้ทำการศึกษานำร่อง (Pilot Study) เรื่องการสำรวจความพึงพอใจของแพทย์ ต่อคุณภาพของภาพถ่ายรังสีทรวงอก โดยแพทย์เฉพาะทาง ของโรงพยาบาลสมเด็จพระยุพราชหล่มเก่า จำนวน 2 กลุ่ม (กลุ่มละ 3 คน) คือ กลุ่มที่ภาพมีค่า Deviation index ต่ำกว่ามาตรฐาน และกลุ่มที่ภาพมีค่า Deviation index อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน เพื่อเปรียบเทียบความพึงพอใจต่อคุณภาพของภาพถ่ายรังสีของทั้ง 2 กลุ่ม ผลการสำรวจพบว่าแพทย์มีความพึงพอใจต่อภาพถ่ายรังสี ที่มีค่า Deviation index ต่ำกว่ามาตรฐาน ในระดับพึงพอใจมากที่สุดกับพึงพอใจมากรวมกันเพียง ร้อยละ 20 และพบว่าแพทย์มีความพึงพอใจ ต่อภาพถ่ายรังสีที่มีค่า Deviation index อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ในระดับพึงพอใจมากที่สุดกับพึงพอใจมากรวมกันสูงถึง ร้อยละ 100

จากที่ผู้วิจัยได้ทำการศึกษานำร่อง (Pilot Study) ในทั้ง 2 เรื่องดังที่กล่าวมาแล้วในข้างต้น พบว่าที่ผ่านมาได้มีการให้ค่าเทคนิคถ่ายภาพรังสี ที่ไม่สอดคล้องกับค่าบ่งชี้ปริมาณรังสี ซึ่งอยู่ในช่วงต่ำกว่ามาตรฐาน ของ AAPM^[3] และส่งผลให้แพทย์มีความพึงพอใจต่อคุณภาพของภาพถ่ายรังสีในระดับที่ต่ำ ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะทำการปรับค่าเทคนิคถ่ายภาพรังสีใหม่ โดยที่

ปริมาณรังสีผ่านเข้าผิว ที่ผู้ป่วยได้รับไม่เกินค่าปริมาณรังสีอ้างอิงในการถ่ายภาพรังสีวินิจฉัยทางการแพทย์ของประเทศไทย 2023 (National Diagnostic Reference Levels in Thailand 2023; Thailand DRLs 2023)^[6] เพื่อควบคุมและพัฒนาคุณภาพของภาพถ่ายทางรังสีดิจิทัล ให้มีมาตรฐานในระดับสากล^[3,6] รังสีแพทย์หรือแพทย์ที่ทำการตรวจรักษาผู้ป่วย มีความพึงพอใจต่อคุณภาพของภาพถ่ายรังสีมากขึ้น สามารถแปลผลภาพได้ถูกต้อง และมีความปลอดภัย แก่ผู้มารับบริการ

จากที่กล่าวมาข้างต้น ดังนั้น จึงเป็นที่มาของวัตถุประสงค์ของการวิจัยในครั้งนี้ คือ ประเมินค่าเทคนิคในการถ่ายภาพรังสีทรวงอกและค่าดัชนีการเบี่ยงเบนของปริมาณรังสีของภาพถ่ายรังสีทรวงอกแบบดิจิทัล ในโรงพยาบาลสมเด็จพระยุพราชหล่มเก่า ทั้งในช่วงก่อนปรับและหลังการปรับค่าเทคนิคถ่ายภาพรังสีทรวงอก เพื่อเปรียบเทียบกับค่าดัชนีการเบี่ยงเบนของปริมาณรังสีที่เป็นมาตรฐานของ สมาคมนักฟิสิกส์การแพทย์แห่งสหรัฐอเมริกา (American Association of Physicists in Medicine: AAPM) ฉบับที่ 116^[3] โดยใช้สถิติ Independent t-test จำนวนร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และเปรียบเทียบค่าปริมาณรังสีผ่านเข้าผิวที่เป็นค่าMedian กับค่าปริมาณรังสีอ้างอิงในการถ่ายภาพรังสีวินิจฉัยทางการแพทย์ของประเทศไทย ค.ศ. 2023 (National Diagnostic Reference Levels in Thailand 2023; Thailand DRLs 2023)^[6] ที่รายงานเป็นค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 75 (3rd Quartile) ซึ่งผลของการศึกษานี้หน่วยงานสามารถนำมาอ้างอิงในการปรับค่าเทคนิคการถ่ายภาพรังสี เพื่อให้ภาพถ่ายทางรังสีมีความเหมาะสมตามมาตรฐาน และผู้รับบริการมีความปลอดภัยต่อไป

วิธีการศึกษา

การศึกษาในครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงวิเคราะห์แบบภาคตัดขวาง (Cross-Sectional Analytic Study) ซึ่งได้รับการอนุมัติด้านจริยธรรมการศึกษาวิจัยในมนุษย์ จากสำนักงานสาธารณสุขจังหวัดเพชรบูรณ์ เมื่อวันที่ 25 สิงหาคม 2566 รหัสโครงการ สสจ.พช. 2/66 – 19 – 25/08/66 เพื่อทำการวิจัยค่าดัชนีการเบี่ยงเบนของปริมาณรังสี (Deviation Index; DI) และค่าปริมาณรังสีผ่านเข้าผิว (Entrance Surface Air Kerma; ESAK) จากการถ่ายภาพเอกซเรย์ทรวงอกในท่ายืน โดยทิศทางของลำรังสีจากด้านหลังไปด้านหน้า (Postero-anterior; PA) ณ กลุ่มงานรังสีวิทยา โรงพยาบาลสมเด็จพระยุพราชหล่มเก่า เทียบกับค่ามาตรฐานของ AAPM^[3] และค่าปริมาณรังสีอ้างอิง Thailand DRLs 2023^[6] ในช่วงก่อนการปรับค่าเทคนิคการถ่ายภาพรังสี

(สิงหาคม 2566) และหลังการปรับค่าเทคนิคการถ่ายภาพรังสี (ตุลาคม 2566)

ทำการเก็บข้อมูลจากกลุ่มอาสาสมัครที่เป็นผู้ป่วยที่มาใช้บริการถ่ายภาพรังสีทรวงอก มีอายุระหว่าง 20-60 ปี และมีน้ำหนักตามข้อกำหนดของ Thailand DRLs 2023^[6] น้ำหนัก 45 ถึง 75 กิโลกรัม (60 ± 15 กิโลกรัม)^[6] ส่วนสูง 150 ถึง 190 เซนติเมตร (170 ± 20 เซนติเมตร) และค่าดัชนีมวลกายที่อยู่ในช่วงปกติ 18.5-22.9 กิโลกรัม/ตารางเมตร^[7] จำนวนทั้งหมด 68 ราย โดยทำการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง วันละ 4 ราย (รายที่ 1-4 ของวัน ซึ่งต้องเป็นไปตามเกณฑ์การคัดเข้าและคัดออก) จนครบตามจำนวนที่ต้องการ และอาสาสมัครทั้งหมดไม่เป็นผู้ป่วยที่มีพยาธิสภาพหรือโรค ที่ส่งผลต่อการตั้งค่าเทคนิคการถ่ายภาพรังสี ซึ่งจะไม่ขึ้นกับความหนาของผู้ป่วยในกำหนดค่าปริมาณรังสีเท่านั้น เช่น ภาวะน้ำในช่องเยื่อหุ้มปอด (Pleural effusion) ภาวะปอดรั่ว (Pneumothorax) เก็บข้อมูลตั้งแต่เดือน สิงหาคม 2566 ถึง ตุลาคม 2566 โดยใช้สูตรคำนวณของขนาดตัวอย่างเพื่อประมาณ ค่าเฉลี่ย กรณี ที่ประชากรมีจำนวนไม่จำกัด (Estimating an infinite population mean) ของ WD Wayne & John Wiley & Sons^[8]

ตัวอย่างขนาดตัวอย่าง/การคำนวณขนาดตัวอย่าง วิธีการสุ่มตัวอย่าง

การคำนวณขนาดตัวอย่างในการศึกษานี้ ใช้สูตรคำนวณขนาดตัวอย่างเพื่อประมาณค่าเฉลี่ย กรณีที่ประชากรมีจำนวนไม่จำกัด (Estimating an infinite population mean)^[8]

จากผลการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับการประเมินค่าดัชนีชี้วัดปริมาณรังสี (Exposure index, Deviation index) ในการถ่ายภาพรังสีทรวงอกพบว่าผลการประเมินค่าดัชนีการเบี่ยงเบนของปริมาณรังสี ของโรงพยาบาลสิรินธร จ.ขอนแก่น^[5] จึงได้นำผลการวิจัยดังกล่าวมาอ้างอิงในการคำนวณขนาดตัวอย่าง ซึ่งกำหนดค่าต่างๆ เพื่อใช้แทนในสูตรดังนี้

σ เท่ากับ 2.96

α เท่ากับ 0.05

d เท่ากับ 1

$Z_{1-\frac{\alpha}{2}}$ หรือ $Z_{1-\frac{0.05}{2}}$ เท่ากับ 1.96

เมื่อแทนค่าลงในสูตรคำนวณขนาดตัวอย่างพบว่าได้ขนาดตัวอย่าง (n) เท่ากับ 34 คน โดยแบ่งเป็นกลุ่มก่อนปรับค่าเทคนิคการถ่ายภาพรังสี 34 ราย และกลุ่มหลังปรับค่าเทคนิคการถ่ายภาพรังสี 34 ราย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. เครื่องเอกซเรย์เครื่องฉายการดำโตชิบารุ่น KXO-32s ไม่มีระบบ Automatic exposure control (AEC) ติดตั้งเมื่อ ปีพ.ศ.2556 ใช้เก็บข้อมูลร่วมกับตัวรับภาพระบบสร้างภาพรังสีดิจิทัล (Digital Radiography) เครื่องฉายการดำ PIXXGEN1417, Sensor a-Si TFT array Flat Panel Detector (Serial number: A610196J1) แสดงดังในรูปที่ 1



รูปที่ 1 แสดงเครื่องกำเนิดรังสีเอกซ์ (โตชิบารุ่น KXO-32s) ของโรงพยาบาลสมเด็จพระพุทธพรหมเกล้า

2. หุ่นจำลองส่วนทรวงอก (Chest Phantom: Thorax phantom RSD 311) ขนาดเทียบเท่ากับผู้ใหญ่ที่มีความสูง 175 เซนติเมตร, น้ำหนัก 74 กิโลกรัม ค่าดัชนีมวลกาย (Body Mass Index; BMI) = 24.16 กิโลกรัม/ตารางเมตร ดังแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2 แสดงตัวอย่างหุ่นจำลองส่วนทรวงอก
(Chest Phantom: Thorax phantom RSD 311)

3. แบบฟอร์มการเก็บข้อมูล ออกแบบขึ้นจากการศึกษาแนวคิดทฤษฎี เครื่องมือที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย และวิเคราะห์วัตถุประสงค์ของการวิจัย เพื่อพิจารณาตัวแปรทั้งหมดที่ต้องการศึกษา โดยมีรายละเอียดของแบบฟอร์มเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบฟอร์มบันทึกข้อมูล ประกอบไปด้วยช่องบันทึกข้อมูลลำดับ วันที่ Code number อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง ความหนาผู้ป่วย ค่าBMI ค่า Deviation index และค่า ESAK

การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ (แบบฟอร์มเก็บข้อมูล)

ผู้วิจัยได้นำเครื่องมือไปตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) โดยผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความถูกต้อง ความครอบคลุมและเหมาะสมของเนื้อหา โดยนำผลการพิจารณาตัดสินจากผู้ทรงคุณวุฒิไปหาค่าความตรงตามเนื้อหา โดยหาค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบเก็บข้อมูล (IOC: Index of Item – Objective Congruence)^[9]

ซึ่งหลังจากแบบเก็บข้อมูลผ่านการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือความตรงตามเนื้อหาโดยผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่านจากผู้ทรงคุณวุฒิที่มีประสบการณ์ด้านงานวิจัย อย่างน้อย 3 ปีพบว่า ค่า IOC เท่ากับ 0.94 ซึ่งมากกว่า 0.50 จึงสรุปได้ว่าแบบเก็บข้อมูลมีความเหมาะสม ไม่ขัดจริยธรรมและสอดคล้องกับ

นิยามเชิงปฏิบัติการ วัตถุประสงค์ ของตัวแปรที่ศึกษาถือว่าเครื่องมือมีความถูกต้องและมีความตรงตามเนื้อหา

การเก็บข้อมูล

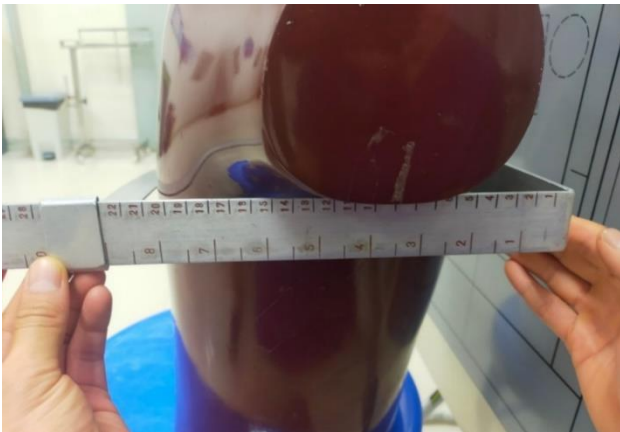
การวิจัยในช่วงก่อนการปรับค่าเทคนิคการถ่ายภาพรังสี (26 สิงหาคม – 3 กันยายน 2566)

1. ทำการควบคุมคุณภาพระบบสร้างภาพดิจิทัล (Digital Radiography: DR) ตามหลักการของ AAPM^[3] Report no.93 ใน Task group ประกอบด้วย การควบคุมคุณภาพแบบรายวัน (Daily Tests) ได้แก่ การตรวจเช็คความพร้อมใช้งาน และทำความสะอาดอุปกรณ์ การควบคุมคุณภาพแบบทุก 3 เดือน (Quarterly Tests) ได้แก่ การทำ Dark Noise และ Consistency of EI
2. ทำการชี้แจงต่อผู้ป่วยที่มารับบริการตรวจทางรังสี และให้ลงชื่อยินยอมในแบบฟอร์มแสดงความยินยอม (Consent Form) ตามจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ เพื่อเป็นการพิทักษ์สิทธิของผู้ที่ยินยอมเป็นกลุ่มตัวอย่างในงานวิจัยครั้งนี้
3. บันทึกข้อมูลทั่วไปที่เกี่ยวข้องกับการถ่ายภาพรังสีลงในแบบฟอร์มบันทึกข้อมูล
4. ถ่ายภาพทางรังสีทรวงอกผู้ป่วยในท่า Postero-anterior (PA) ด้วยค่าเทคนิคเดิม แล้วบันทึกข้อมูลในตารางบันทึกข้อมูล ได้แก่ ค่า Deviation index, ค่า ESAK เป็นต้น

การวิจัยในช่วงหลังการปรับค่าเทคนิคการถ่ายภาพรังสีในหุ่นจำลองทรวงอก

ดำเนินการปรับค่าเทคนิคการถ่ายภาพรังสีให้มีความเหมาะสม สำหรับการสร้างภาพถ่ายรังสีดิจิทัล (Digital Radiography) โดยใช้กฎ ALARA และค่าปริมาณรังสีอ้างอิง (Diagnostic reference levels; DRLs) ตามคำแนะนำของคณะกรรมการการป้องกันอันตรายจากรังสีระหว่างประเทศ (International Commission on Radiological Protection; ICRP)^[10] และทบวงการพลังงานปรมาณูระหว่างประเทศ (International Atomic Energy Agency; IAEA)^[11] เป็นแนวทางในการกำหนดค่าเทคนิคการถ่ายภาพรังสีทรวงอก เพื่อลดผลกระทบจากรังสีที่จะเกิดต่อผู้ปฏิบัติงาน ผู้รับบริการหรือผู้เกี่ยวข้องในการให้บริการตรวจทางรังสีวินิจฉัยของโรงพยาบาลสมเด็จพระยุพราชหล่มเก่า ซึ่งมีขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. นำหุ่นจำลองส่วนทรวงอก ตั้งไว้บริเวณด้านหน้าของชุดยืนถ่ายภาพรังสี (Bucky stand) โดยให้วางชิดติดกับตัวเครื่อง ดังแสดงในรูปที่ 2
2. ตั้งระยะจากแหล่งกำเนิดรังสีถึงแผ่นรับภาพ (source to image distance; SID) ที่ 180 เซนติเมตร เปิดพื้นที่ลำรังสี ขนาด 35 เซนติเมตร x 43 เซนติเมตร
3. วัดความหนาของหุ่นจำลองส่วนทรวงอก หน่วยเป็นเซนติเมตร (cm) วัดบริเวณกึ่งกลางกระดูกช่องอก (Sternum) ดังแสดงในรูปที่ 3 พร้อมทั้งบันทึกข้อมูล



รูปที่ 3 แสดงตัวอย่างวัดความหนาของหุ่นจำลองส่วนทรวงอก

4. คำนวณหาค่า BMI ของหุ่นจำลองส่วนทรวงอก จากความสูง 175 เซนติเมตร น้ำหนัก 74 กิโลกรัม มีค่า BMI เท่ากับ 24.16 กิโลกรัม/ตารางเมตร พร้อมทั้งบันทึกข้อมูล
5. เริ่มทดลองทำการปรับค่าเทคนิค กับหุ่นจำลองส่วนทรวงอก ทั้งหมด 5 ครั้ง ดังตารางที่ 1 และบันทึกข้อมูลการให้ค่าเทคนิคถ่ายภาพรังสี ดังนี้ ค่าความต่างศักย์สูงสุดของหลอดเอกซเรย์, ค่ากระแสไฟฟ้าคูณเวลา และค่าดัชนีการเบี่ยงเบนของปริมาณรังสี เพื่อหาค่าเทคนิคที่เหมาะสม
6. นำข้อมูลที่ได้จากตารางที่ 1 มาคำนวณหาค่าปริมาณรังสีผ่านเข้าผิว (Entrance skin Air Kerma, ESAK) จากสมการที่ 1^[12] (ศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ที่ 2 พิษณุโลก เป็นผู้วัดค่าปริมาณรังสี (X-ray tube output) ให้กับผู้วิจัย) พร้อมทั้งบันทึกข้อมูล ดังแสดงในตารางที่ 1

$$ESAK = Y(d) \times mAs \times \left(\frac{FDD}{FTD - t_p} \right)^2 \times BSF \quad (1)$$

Y(d)	คือ ค่าปริมาณรังสี (X-ray tube output) ได้จากค่า air kerma ทารด้วย mAs (mGy/mAs)
mAs	คือ ค่ากระแสไฟฟ้าคูณค่าเวลาที่ผู้ป่วยได้รับจากการถ่ายภาพรังสี
FDD	คือ ระยะจากหลอดเอกซเรย์ถึงตัววัดรังสี (เซนติเมตร)
FTD	คือ ระยะหลอดเอกซเรย์ถึงแผ่นรับภาพ (เซนติเมตร)
Tp	คือ ความหนาของผู้ป่วย ที่กึ่งกลางลำรังสี (เซนติเมตร)
BSF	คือ ค่าแก้การกระเจิงของรังสี Back Scatter Factor ขึ้นอยู่กับค่า kVp และ total filtration of X-ray (มีค่าเท่ากับ 1.4) โดยอ้างอิงค่า BSF จาก IAEA TRS 457 ^[11] ที่ใช้ค่า HVL เท่ากันกับค่า HVL ของเครื่องเอกซเรย์ที่ใช้ในการทดสอบนี้ และพื้นที่ลำรังสีมีขนาดใกล้เคียงกับ 35 เซนติเมตร x 43 เซนติเมตร

7. วิเคราะห์ข้อมูล โดยหาค่าเทคนิคที่มีความเหมาะสมที่สุดจากการทดลองการปรับค่าเทคนิคการถ่ายภาพรังสี สำหรับการสร้างภาพถ่ายรังสีดิจิทัล โดยมีค่าดัชนีการเบี่ยงเบนของปริมาณรังสีของภาพเอกซเรย์ดิจิทัล อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของ AAPM^[3] และค่า ESAK ไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานของ Thailand DRLs 2023^[6]

การวิจัยในช่วงหลังการปรับค่าเทคนิคการถ่ายภาพรังสีในกลุ่มอาสาสมัคร (25 กันยายน – 9 ตุลาคม 2566)

1. ทำการชี้แจงต่อผู้ป่วยที่มารับบริการตรวจทางรังสี และให้ลงชื่อยินยอมในจริยธรรมการวิจัย เพื่อเป็นการพิทักษ์สิทธิ ของผู้ยินยอมเป็นกลุ่มอาสาสมัครในงานวิจัยครั้งนี้
2. บันทึกข้อมูลทั่วไปที่เกี่ยวข้องกับการถ่ายภาพรังสี ลงในแบบฟอร์มบันทึกข้อมูล
3. ถ่ายภาพรังสีทรวงอกผู้ป่วยในท่า Postero-anterior (PA) ด้วยค่าเทคนิคใหม่ (124 kVp, 4.5 mAs) จำนวน 34 ราย แล้วบันทึกข้อมูลในแบบฟอร์มบันทึกผล
4. นำข้อมูลที่ได้ มาคำนวณหาค่า ESAK จากสมการที่ 1 (13) พร้อมทั้งบันทึกข้อมูลในแบบฟอร์มบันทึกผล ดังแสดงในตารางที่ 4

ผลการศึกษา

ผลของการวิจัยหาค่าพารามิเตอร์หรือค่าเทคนิคการถ่ายภาพรังสี สำหรับการสร้างภาพถ่ายรังสีทรวงอกแบบดิจิทัลที่มีความเหมาะสมตามมาตรฐานของสมาคมนักฟิสิกส์การแพทย์แห่งสหรัฐอเมริกา (American Association of Physicists in Medicine; AAPM)^[3] พบว่าในการทดลองกับหุ่นจำลองส่วนทรวงอก ผู้วิจัยใช้ค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าสูงสุดของหลอดเอกซเรย์ (Kilovoltage Peak ; KVP) ในการถ่ายภาพรังสีทรวงอกนี้ โดยเริ่มที่ 120 kVp 4 mAs เนื่องจากเป็นค่าเทคนิค High kV ที่ใช้ในการถ่ายภาพรังสีทรวงอกอยู่ในปัจจุบัน (ก่อนปรับค่าเทคนิคถ่ายภาพรังสีทรวงอก) สำหรับผู้ป่วยที่มีค่า BMI เฉลี่ยอยู่ในช่วงปกติ 18.5-22.9 กิโลกรัม/ตารางเมตร^[7] โดยมีการเพิ่มค่า kVp และ mAs ที่ไม่มีช่วงห่างของการปรับค่าที่แน่นชัด เนื่องจากผู้วิจัยมีแนวคิดว่าการเพิ่มค่า kVp ทีละ 1 kVp อาจจะไม่ส่งผลต่อค่าดัชนีการเบี่ยงเบนของปริมาณรังสี (Deviation Index; DI) ของภาพถ่ายรังสีมากนัก จึงมีการเพิ่มค่า kVp จาก 120 kVp เป็น 124 kVp แต่ไม่เกิน 125 kVp เนื่องจากการให้ค่า kVp ที่สูงจนเกินไปอาจส่งผลต่ออายุการใช้งานของหลอดเอกซเรย์ได้ และในส่วนของค่าปรับค่า mAs ผู้วิจัยได้กำหนดค่ากระแสหลอดเอกซเรย์คงที่ ไว้ที่ 250 mA และค่อยๆปรับค่าเวลาการถ่ายภาพรังสี เพิ่มขึ้นจาก 0.016, 0.018, 0.020 และ 0.022 วินาที ตามลำดับ และจากตารางที่ 1 พบว่าเมื่อเพิ่มค่าเทคนิคการถ่ายภาพรังสี (kVp, mAs) ให้มากขึ้น ค่า Deviation index ของภาพเอกซเรย์ดิจิทัล และค่าปริมาณรังสีผ่านเข้าผิว (Entrance skin Air Kerma, ESAK) มีแนวโน้มที่เพิ่มมากขึ้นตามไปด้วย และในการทดลองครั้งที่ 3, 4 และ 5 ภาพถ่ายรังสีดิจิทัล มีค่า Deviation index ของภาพเอกซเรย์ดิจิทัล อยู่ในเกณฑ์ค่ามาตรฐานของ AAPM^[3] แต่ในครั้งที่ 3 ค่า ESAK มีค่าน้อยสุดเมื่อเทียบกับ 4 และ 5 ดังนั้นค่าเทคนิคการถ่ายภาพรังสีในครั้งที่ 3 จึงมีความเหมาะสมสำหรับการนำไปใช้ทดลองศึกษากับผู้ป่วยจริงต่อไป เนื่องจากผู้วิจัยมีแนวคิดว่าการให้ค่าปริมาณรังสีที่เพิ่มขึ้นจากค่าเทคนิคในครั้งที่ 3 เพื่อให้ค่า Deviation index เข้าใกล้ 0 นั้น จะส่งผลให้ค่าปริมาณรังสีผ่านเข้าผิวเพิ่มขึ้น จนเกินค่ามาตรฐานของค่าปริมาณรังสีอ้างอิง ที่ ICRP^[10], IAEA^[11] และ Thailand DRLs 2023^[6] แนะนำไว้

ผลของการประเมินค่าดัชนีการเบี่ยงเบนของปริมาณรังสี ในการถ่ายภาพรังสีแบบเดิม (ก่อนปรับค่าเทคนิค) ดังแสดงในตารางที่ 2 นั้น ใช้ค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าสูงสุดสำหรับการถ่ายภาพนี้ ปรับตามขนาดความหนาของผู้ป่วย มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 117.41 ± 1.51 kVp และค่ากระแสไฟฟ้าคูณเวลา ปรับตามขนาดความหนาของผู้ป่วย มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.71 ± 0.76

mAs พบว่าภาพถ่ายรังสีทรวงอกมีค่า Deviation index เฉลี่ยเท่ากับ 4.11 ± 0.91 เป็นค่าที่ต่ำกว่าค่ามาตรฐาน AAPM^[3] (Deviation index Optimum range ± 3) กำหนด และผลของการประเมินค่าดัชนีการเบี่ยงเบนของปริมาณรังสี ในการถ่ายภาพรังสีแบบใหม่(หลังปรับค่าเทคนิค) ดังแสดงในตารางที่ 3 นั้น เมื่อใช้ค่าความต่างศักย์สูงสุดของหลอดเอกซเรย์ที่ 124 kVp และค่ากระแสไฟฟ้าคูณเวลา ที่ 4.5 mAs ทุกราย ภาพถ่ายรังสีทรวงอกที่ได้ นั้น มีค่า Deviation index เฉลี่ยเท่ากับ -2.38 ± 0.53 ซึ่งเป็นค่าที่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของ AAPM^[3] ซึ่งเมื่อนำค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของค่า Deviation index ในช่วงก่อนปรับและหลังปรับค่าเทคนิคถ่ายภาพรังสีมาเปรียบเทียบกับ ดังแสดงในตารางที่ 5 พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $p < 0.001$ โดยที่ค่า Deviation index ของภาพถ่ายรังสีในช่วงหลังปรับค่าเทคนิครังสีนั้นผ่านมาตรฐาน AAPM^[3] ส่วนค่า Deviation index ของภาพถ่ายรังสีในช่วงก่อนปรับค่าเทคนิครังสีนั้นไม่ผ่านมาตรฐาน AAPM^[3] และเมื่อทำการเปรียบเทียบจำนวนร้อยละของภาพถ่ายรังสี ที่มีค่า Deviation index ผ่านและไม่ผ่านมาตรฐาน AAPM^[3] พบว่าก่อนทำการปรับค่าเทคนิคภาพถ่ายรังสีทรวงอก นั้น มีภาพถ่ายรังสีที่มีค่า Deviation index ต่ำกว่าค่ามาตรฐาน จำนวน 31 ภาพ (ร้อยละ 91.17) หลังทำการปรับค่าเทคนิค มีภาพถ่ายรังสีที่มีค่า Deviation index ต่ำกว่าค่ามาตรฐาน จำนวน 5 ภาพ (ร้อยละ 14.71) และพบว่าภาพถ่ายรังสีที่มีค่า Deviation index ผ่านมาตรฐาน ในช่วงก่อนปรับค่าเทคนิค มีจำนวน 3 ภาพ (ร้อยละ 8.83) หลังปรับค่าเทคนิค มีจำนวน 29 ภาพ (ร้อยละ 85.29) ดังแสดงในตารางที่ 6

ผลของการเปรียบเทียบปริมาณรังสีผ่านเข้าผิว (ค่ามัธยฐาน) ในการถ่ายภาพรังสีทรวงอกแบบดิจิทัล กับค่าปริมาณรังสีอ้างอิงของ Thailand DRLs 2023^[6] ในช่วงก่อนและหลังการปรับค่าเทคนิคถ่ายภาพรังสีทรวงอก ให้มีความเหมาะสม ตามมาตรฐานของ AAPM^[3] ดังแสดงในตารางที่ 4 นั้น พบว่าค่า ESAK (0.22 mGy) ที่อาสาสมัครได้รับ ในช่วงก่อนทำการปรับค่าเทคนิคการถ่ายภาพรังสีทรวงอกนั้น ไม่เกินจากเกณฑ์กำหนดมาตรฐานของ Thailand DRLs 2023^[6] (0.4 mGy) และเมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานของ National Diagnostic Reference Levels อื่น เช่น Japan DRLs 2015^[14] และ IAEA^[11] พบว่าไม่เกินจากเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้เช่นกัน และหลังทำการปรับค่าเทคนิคการถ่ายภาพรังสีทรวงอก อาสาสมัครได้รับค่า ESAK (0.27 mGy) ไม่เกินจากเกณฑ์มาตรฐานที่ Thailand DRLs 2023^[6] กำหนดไว้

ตารางที่ 1 แสดงค่าความหนา ค่าดัชนีมวลกาย ค่าพารามิเตอร์ ค่าดัชนีการเบี่ยงเบนของปริมาณรังสี และค่าปริมาณรังสีผ่านเข้าผิว (ESAK) ในการถ่ายภาพรังสีทรวงอกในแต่ละโปรโตคอลของหุ่นจำลองส่วนทรวงอก

ครั้งที่	ความหนา (cm)	BMI (kg/m ²)	Grid	AEC	FOV (cm ²)	kVp	mAs	Deviation index	ESAK (mGy)
1	23	24.16	Yes	No	35x43	120	4.0	-3.59	0.24
2	23	24.16	Yes	No	35x43	120	4.5	-3.12	0.27
3	23	24.16	Yes	No	35x43	124	4.5	-2.76	0.28
4	23	24.16	Yes	No	35x43	124	5.0	-2.35	0.31
5	23	24.16	Yes	No	35x43	125	6.25	-1.78	0.40

*หมายเหตุ : ค่า ESAK คำนวณจากสมการที่ 1

ตารางที่ 2 แสดงค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Mean±SD) ของค่าความหนาทรวงอก ค่าดัชนีมวลกาย ค่าเทคนิคถ่ายภาพรังสี ค่าดัชนีการเบี่ยงเบนของปริมาณรังสี ในการถ่ายภาพรังสีแบบเดิม (ก่อนปรับค่าเทคนิค) ณ โรงพยาบาลสมเด็จพะยูพรราชหล่มเก่า

จำนวนผู้ป่วย (ราย)	ความหนา (cm)	BMI (kg/m ²)	Deviation Index (DI)	Exposure Technique			
				kVp		mAs	
				Mean±SD	Range	Mean±SD	Range
34	20.23±2.18	21.45±1.45	4.11±0.91	117.41±1.51	116-120	3.71±0.76	3-5

ตารางที่ 3 แสดงค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Mean±SD) ของค่าความหนาทรวงอก ค่าดัชนีมวลกาย ค่าเทคนิคถ่ายภาพรังสี ค่าดัชนีการเบี่ยงเบนของปริมาณรังสี ในการถ่ายภาพรังสีแบบใหม่(หลังปรับค่าเทคนิค) ณ โรงพยาบาลสมเด็จพะยูพรราชหล่มเก่า

จำนวนผู้ป่วย (ราย)	ความหนา (cm)	BMI (kg/m ²)	Deviation Index (DI)	Exposure Technique	
				kVp	mAs
34	19.82 (±1.52)	21.26 (±1.43)	-2.38 (±0.53)	124	4.5

ตารางที่ 4 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ค่ามัธยฐาน และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของค่าปริมาณรังสีที่ผิว (ESAK) จากการวิจัย กับค่าปริมาณรังสีอ้างอิงของ Thailand DRLs 2023^[6], Japan DRLs 2015^[15] และIAEA^[11] ที่ 3rd Quartile ในช่วงก่อนและหลังการปรับค่าเทคนิคถ่ายภาพรังสีทรวงอก

จำนวนผู้ป่วย (ราย)	ESAK (mGy)				
	งานวิจัยนี้ (Mean±SD)	Median	ค่าปริมาณรังสีอ้างอิง (Thailand 2023) ^[6]	(Japan 2015) ^[14]	IAEA ^[11]
(ก่อนปรับ) 34	0.21±0.053	0.22	0.4 *	0.3 *	0.33*
(หลังปรับ) 34	0.28±0.009	0.27	0.4 *	0.3*	0.33*

หมายเหตุ: *ค่า 3rd Quartile

ตารางที่ 5 แสดงค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของดัชนีการเบี่ยงเบนของปริมาณรังสี ของภาพถ่ายทางรังสีทรวงอกแบบดิจิทัลจากการวิจัย เทียบกับค่าที่เป็นมาตรฐานของ AAPM^[3]

จำนวนผู้ป่วย (ราย)	Deviation Index (DI)			เทียบกับมาตรฐาน (-3 ถึง +3)
	Mean	SD	p-value	
ก่อนปรับค่าเทคนิค (34)	-4.11	0.91	0.000	ต่ำกว่าเกณฑ์
หลังปรับค่าเทคนิค (34)	-2.38	0.53		อยู่ในเกณฑ์

ตารางที่ 6 แสดงการกระจายค่าดัชนีการเบี่ยงเบนของปริมาณรังสี ของภาพถ่ายทางรังสีทรวงอกแบบดิจิทัลจากการวิจัย กับค่าที่เป็นมาตรฐานของ AAPM^[3]

เกณฑ์	ก่อนปรับค่าเทคนิค		หลังปรับค่าเทคนิค	
	จำนวน (ภาพ)	ร้อยละ(%)	จำนวน (ภาพ)	ร้อยละ(%)
DI < -3	31	91.17	5	14.71
-3 > DI < +3	3	8.83	29	85.29
DI > +3	0	0.00	0	0.00
รวม	34	100	34	100

อภิปรายผลการศึกษา

จากผลการวิจัยนี้ พบว่าหลังปรับค่าเทคนิคถ่ายภาพรังสีทรวงอกเพิ่มขึ้น เพื่อให้ภาพถ่ายรังสีมีค่า Deviation index ที่เหมาะสม ตามมาตรฐาน สมาคมนักฟิสิกส์การแพทย์แห่งสหรัฐอเมริกา (American Association of Physicists in Medicine; AAPM) ฉบับที่ 116^[3] นั้น ส่งผลให้อาสาสมัครได้รับปริมาณรังสีเพิ่มมากขึ้น ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ทำการวิเคราะห์ผลของรังสีต่ออาสาสมัคร พบว่าปริมาณรังสีที่อาสาสมัครงานวิจัยนี้ได้รับ เพิ่มขึ้นจาก 0.22 mGy เป็น 0.27 mGy นั้น มีความแตกต่างมีนัยสำคัญ ที่ p-value < 0.0001 โดยทั้งสองเทคนิคให้ค่าปริมาณรังสีไม่ได้เกินจากค่าปริมาณรังสีอ้างอิงที่องค์การสากล^[10] และ Thailand DRLs 2023^[6] กำหนดไว้ โดยปริมาณรังสีที่อาสาสมัครได้รับนั้นมีปริมาณน้อยซึ่งไม่ส่งผลให้เกิด Deterministic Effect^[13] และโอกาสในการเกิด Stochastic Effect กับอาสาสมัคร^[15] ที่จะทำให้เกิดมะเร็งหรือเกิดความผิดปกติทางพันธุกรรมนั้นมีโอกาสเกิดน้อย^[16]

ในขณะที่เปรียบเทียบค่าปริมาณรังสีผ่านเข้าผิวที่ผู้ป่วยได้รับจากงานวิจัยนี้ กับงานวิจัยของ ลัดดา เียนศรี^[17] ที่ทำการศึกษาหาปริมาณรังสีผ่านเข้าผิวของผู้ป่วยที่ได้รับจากการถ่ายภาพรังสีทรวงอกในระบบสร้างภาพรังสีดิจิทัล (Digital Radiography; DR) โรงพยาบาลสงขลา มีค่า ESAK เท่ากับ

0.35 mGy ค่าความต่างศักย์สูงสุดของหลอดเอกซเรย์ เท่ากับ 88.64 kVp ค่ากระแสไฟฟ้าคูณเวลา เท่ากับ 8.84 mAs พบว่าค่า ESAK ของงานวิจัยนี้ (0.27 mGy) มีค่าต่ำกว่างานวิจัยของ ลัดดา เียนศรี^[17] เนื่องจากงานวิจัยนี้ ใช้การเพิ่มค่าพารามิเตอร์ตามกฎ kVp 15 % คือเพิ่มความต่างศักย์สูงสุดของหลอดเอกซเรย์ให้มากขึ้น (124 kVp) เพื่อลดค่ากระแสไฟฟ้าคูณเวลาให้น้อยลง (4.5 mAs) แต่ภาพถ่ายทางรังสียังคงมีคุณภาพในการแปลผลของแพทย์ ซึ่งจากการลดเวลาในการฉายรังสีให้น้อยลง จะทำให้ปริมาณรังสีที่ผู้ป่วยได้รับ น้อยลงตามไปด้วย ตามกฎของปริมาณรังสีจะแปรผันตามเวลาที่ใช้ในการฉายรังสีคือ เวลาเพิ่ม ปริมาณรังสีเพิ่ม, เวลาลดลง ปริมาณรังสีก็ลดลงตามไปด้วย และเมื่อเปรียบเทียบค่า Deviation index ของงานวิจัยนี้กับงานวิจัยของ ประภัศร ไกรหาญ และดวงฤดี สุภมาตย์^[5] ที่ได้ทำการประเมินร้อยละค่าดัชนีชี้วัดปริมาณรังสี ทั้ง Exposure index และ Deviation index ในการถ่ายภาพรังสีทรวงอก พบว่าก่อนปรับค่าเทคนิคการถ่ายภาพรังสีทรวงอก มีจำนวนร้อยละ ของภาพรังสีที่อยู่ในช่วงเกณฑ์มาตรฐาน AAPM^[3] น้อยกว่า โดยมีความแตกต่างกัน 51.68% แต่เมื่อเปรียบเทียบกับค่า Deviation index หลังการปรับค่าเทคนิคถ่ายภาพรังสีให้มีความเหมาะสม ตามมาตรฐาน AAPM^[3] พบว่ามีจำนวนร้อยละ ของภาพรังสีที่อยู่ในช่วงเกณฑ์มาตรฐาน AAPM^[3] มากกว่างานวิจัย

ของประภัสสร ไกรหาญ และดวงฤดี สุภมาตย์^[5] โดยมีความแตกต่างกัน 24.77%

จากบทความปริทัศน์ของ ธัญรัตน์ ชูศิลป์ และฐิติพงศ์ แก้วเหล็ก^[18] ได้แสดงให้เห็นถึงความสำคัญของค่า EI และค่า Deviation index เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถประเมินความเหมาะสมของปริมาณรังสีที่ใช้ในการถ่ายภาพถ่ายภาพรังสีแบบดิจิทัล เนื่องจากค่าเทคนิคที่ใช้ในการถ่ายภาพรังสี ไม่ได้เป็นตัวกำหนดคุณภาพของภาพที่ได้เพียงอย่างเดียว แต่ยังขึ้นอยู่กับโปรแกรมประมวลผล และการปรับปรุงคุณภาพของภาพที่มาพร้อมกับระบบอีกด้วย ซึ่งแนวปฏิบัติที่จำเป็นต้องคงไว้ในระบบดิจิทัล (DR) เช่นเดียวกับระบบฟิล์ม-สกรีน (Film-Screen Radiography; FSR) คือคุณภาพของภาพที่ต้องเพียงพอต่อการวินิจฉัยโรคขณะที่ใช้ปริมาณรังสีเท่าที่จำเป็นในการถ่ายภาพ ดังนั้นค่า EI และ Deviation index จึงเป็นค่าที่มีประโยชน์สำหรับใช้เป็นตัวบ่งชี้ความเหมาะสมของปริมาณรังสีที่ใช้ในการถ่ายภาพเอกซเรย์ทั่วไป นอกจากนี้ค่า EI และ Deviation index ยังมีประโยชน์ในการทำประกันคุณภาพงานรังสีวิทยา โดยนำมาใช้เป็นข้อมูลย้อนกลับเพื่อวิเคราะห์แนวโน้มของปริมาณรังสีที่ใช้ในการถ่ายภาพ และหาแนวทางในการพัฒนางานทางรังสี รวมทั้งการจัดทำตารางค่าเทคนิค (Exposure chart) สำหรับหน่วยงาน ซึ่งยังคงเป็นสิ่งจำเป็นเมื่อมีการนำระบบ DR มาใช้งาน โดยที่งานวิจัยนี้ สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการให้ปริมาณสียอย่างเหมาะสมแก่ผู้ป่วยส่วนอื่น เพื่อพัฒนาคุณภาพของภาพถ่ายทางรังสีให้ได้มาตรฐานของ AAPM^[3] แต่ยังคงมีความปลอดภัยให้กับผู้ป่วยที่มารับบริการ รวมไปถึงความพึงพอใจของแพทย์ ต่อคุณภาพของภาพถ่ายรังสีทรวงอก จากการสำรวจความพึงพอใจของแพทย์เฉพาะทาง ในโรงพยาบาลสมเด็จพระยุพราชหล่มเก่าจำนวน 2 กลุ่ม (กลุ่มละ 3 คน) คือ กลุ่มที่ภาพถ่ายรังสีใช้ค่าเทคนิคเก่า (ก่อนปรับค่าเทคนิค) และกลุ่มที่ภาพถ่ายรังสีใช้ค่าเทคนิคใหม่ (หลังปรับค่าเทคนิค) เพื่อเปรียบเทียบความพึงพอใจต่อคุณภาพของภาพถ่ายรังสีของทั้ง 2 กลุ่ม ผลการสำรวจพบว่าแพทย์มีความพึงพอใจ ต่อภาพถ่ายรังสีที่ใช้ค่าเทคนิคเก่า ในระดับพึงพอใจมากกับพึงพอใจมากที่สุดรวมกันเพียง ร้อยละ 55 และพบว่าแพทย์มีความพึงพอใจต่อภาพถ่ายรังสีที่ใช้ค่าเทคนิคใหม่ ในระดับพึงพอใจมากกับพึงพอใจมากที่สุดรวมกันสูงถึง ร้อยละ 100 ส่วนข้อจำกัดในงานวิจัยนี้คือหุ่นจำลองส่วนทรวงอกที่นำมาทดลองนั้น มีน้ำหนัก (75 กิโลกรัม) ไม่ตรงกับเกณฑ์การคัดเข้าของกลุ่มอาสาสมัคร (50-70 กิโลกรัม) เนื่องจากผู้วิจัยมีข้อจำกัดในการจัดหาอุปกรณ์ หุ่นจำลองส่วนทรวงอก ที่มีขนาดน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับกลุ่มตัวอย่าง (45-75 กิโลกรัม) จึงต้องเลือกใช้หุ่นจำลองส่วนทรวงอกนี้ ทำ

การทดลองหาค่าเทคนิคถ่ายภาพรังสีทรวงอกแบบใหม่ ผู้วิจัยหวังว่างานวิจัยนี้ จะเป็นประโยชน์หรือเป็นตัวอย่างแก่ผู้ที่สนใจศึกษาปรับค่าเทคนิคการถ่ายภาพรังสีให้มีคุณภาพตามมาตรฐาน AAPM^[3] ต่อไป

สรุปผลการศึกษา

จากการวิจัยพบว่าค่าเทคนิคการถ่ายภาพรังสีทรวงอกที่มีความเหมาะสมตามมาตรฐานของสมาคมนักฟิสิกส์การแพทย์แห่งสหรัฐอเมริกา^[3] สำหรับการถ่ายภาพรังสีทรวงอกแบบดิจิทัลนี้ คือการตั้งค่าความต่างศักย์สูงสุดของหลอดเอกซเรย์ที่ 124 kVp และค่ากระแสไฟฟ้าคูณเวลาที่ 4.5 mAs ทำให้ได้ภาพถ่ายทางรังสีที่มีค่า Deviation index เฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของ AAPM^[3] ที่ -2.38 ± 0.53 โดยมีค่าเฉลี่ย ค่ามัธยฐาน และค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 75 ของค่าปริมาณรังสีผ่านเข้าผิวเท่ากับ 0.22 mGy, 0.27 mGy และ 0.29 mGy ตามลำดับ ซึ่งไม่เกินจากเกณฑ์มาตรฐานของ Thailand DRLs 2023^[2] (0.4 mGy) ที่รายงานเป็นค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 75 (3rd Quartile) และเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย Deviation index ของภาพในช่วงก่อนและหลังปรับค่าเทคนิคถ่ายภาพรังสีทรวงอก พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\text{-value} < 0.001$) ซึ่งหลังการปรับค่าเทคนิคถ่ายภาพรังสีทรวงอก มีจำนวนภาพถ่ายรังสีที่มีค่า Deviation index อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน AAPM^[3] เพิ่มขึ้นเป็น 85% เมื่อเปรียบเทียบกับในช่วงก่อนปรับค่าเทคนิคถ่ายภาพรังสีทรวงอก (8%) แสดงว่าเมื่อใช้ค่าเทคนิคใหม่ (124 kVp, 4.5 mAs) ในการถ่ายภาพรังสีทรวงอกสำหรับกลุ่มผู้ป่วยที่มีช่วงอายุ 20-60 ปี, ส่วนสูง 150-190 cm และค่า ดัชนีมวลกาย 18.5-22.9 กิโลกรัม/ตารางเมตร จะทำให้ได้ภาพถ่ายรังสีทรวงอกแบบดิจิทัลมีค่า Deviation index อยู่ในช่วงเกณฑ์มาตรฐาน AAPM^[3] (Deviation index ± 3) โดยที่ไม่ได้รับปริมาณรังสีผ่านเข้าผิวเกินมาตรฐานที่ Thailand DRLs 2023 กำหนดไว้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุมาลี ยับสันเทียะ อาจารย์ประจำภาควิชารังสีเทคนิค คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำ ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการโรงพยาบาลสมเด็จพระยุพราชหล่มเก่า ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์และสนับสนุนงานวิจัยนี้ รวมไปถึงขอขอบคุณเจ้าหน้าที่กลุ่มงานรังสีวิทยา โรงพยาบาลสมเด็จพระยุพราชหล่มเก่าทุกท่าน ที่ได้ให้ความช่วยเหลือและความร่วมมือในการเก็บข้อมูลที่ศึกษาในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- [1] Butler ML, Rainford L, Last J, Brennan PC. Are exposure index values consistent in clinical practice? A multi-manufacturer investigation. *Radiat Prot Dosimetry*. 2010;139(1-3):371-374.
- [2] Lança L, Silva A. Evaluation of exposure index (IgM) in orthopaedic radiography. *Radiat Prot Dosimetry*. 2008;129(1-3):112-128.
- [3] Shepard SJ, Wang J, Flynn M, Gingold E, Goldman L, Krugh K, et al. An exposure indicator for digital radiography: AAPM Task Group 116 (executive summary). *Med Phys*. 2009;36(7):2898-2914.
- [4] Don S, Whiting BR, Rutz LJ, Apgar BK. New exposure indicators for digital radiography simplified for radiologists and technologists. *AJR Am J Roentgenol*. 2012;199(6):1337-1341.
- [5] ประภัสสร ไกรหาญ, ดวงฤดี สุกมัตย์. การประเมินค่าดัชนีชี้วัดปริมาณรังสีในการถ่ายภาพทรวงอกเด็กอายุ 0-12 ปี โรงพยาบาลสิรินธร จังหวัดขอนแก่น. *วารสารสุขภาพและสิ่งแวดล้อมศึกษา*. 2564;4:18-27.
- [6] กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข. ค่าปริมาณรังสีอ้างอิงจากการถ่ายภาพรังสีวินิจฉัยจากเครื่องเอกซเรย์ทั่วไปแบบดิจิตอล 2566 (Diagnostic reference levels in Digital radiography: DR). กรุงเทพฯ: ปิยอนด์ พับลิชชิง; 2566.
- [7] วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬา มหาวิทยาลัยมหิดล. คนไทยรู้ยัง: คนไทยวัยทำงานมี "ดัชนีมวลกายปกติ" แค่ 51.76% [อินเทอร์เน็ต]. 2562 [เข้าถึงเมื่อ 20 ก.พ. 2566]. เข้าถึงได้จาก : <https://www.tcijthai.com/news/2019/13/scoop/9662>
- [8] Daniel WW, Cross CL. Foundations for analysis in the health sciences. *Biom J*. 1995;37(6):177-178.
- [9] สุรพงษ์ คงสัตย์, อธิชาติ ธรรมวงศ์. การหาค่าความเที่ยงตรงของแบบสอบถาม (IOC) [อินเทอร์เน็ต]. 2551 [เข้าถึงเมื่อ 22 มี.ค. 2566]. เข้าถึงได้จาก: <https://www.mcu.ac.th/article/detail/14329>
- [10] Vaňo E, Miller DL, Martin CJ, Rehani MM, Kang K, Rosenstein M, et al. ICRP publication 135: Diagnostic reference levels in medical imaging. *Ann ICRP*. 2017;46(1):111-144.
- [11] International Atomic Energy Agency. Dosimetry in diagnostic radiology: an international code of practice. IAEA Technical Reports Series No. 457. Vienna: IAEA; 2007.
- [12] วสุชาวดี เชื้อมหาวัน, ศิริวรรณ บุญรัตน์. คู่มือการวัดค่าปริมาณรังสีที่ใช้ในการถ่ายภาพรังสีด้วยเครื่องเอกซเรย์ [อินเทอร์เน็ต]. 2566 [เข้าถึงเมื่อ 30 กันยายน 2566]. เข้าถึงได้จาก : <https://webapp1.dmsc.moph.go.th/petitionxray/web3/download/project/รายละเอียดโครงการและวิธีการเก็บข้อมูล.pdf>
- [13] เสาวนีย์ อัครมาติบุญ. การป้องกันอันตรายจากรังสีวินิจฉัย [อินเทอร์เน็ต]. 2561 [เข้าถึงเมื่อ 30 ก.ย. 2566]. เข้าถึงได้จาก: https://www.rama.mahidol.ac.th/radiology/sites/default/files/public/knowledge/A_Diagnosis_Protection_24July2018_handout.pdf
- [14] Japan Association on Radiological Protection in Medicine. Diagnostic reference levels based on latest surveys in Japan [Internet]. 2015 [cited 29 Sept 2023]. Available from: <http://www.radher.jp/J-RIME/report/DRLhoukokusyoEng.pdf>
- [15] คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล. Radiation protection in diagnostic radiology 2018 [อินเทอร์เน็ต]. 2561 [เข้าถึงเมื่อ 30 กันยายน 2566]. เข้าถึงได้จาก: <https://www.rama.mahidol.ac.th/radiology/sites/default/files/public/training/Protection2018.pdf>
- [16] รังสีวิทยาสมาคมแห่งประเทศไทย. โอกาสเกิดมะเร็งกับการตรวจวินิจฉัยทางรังสี [อินเทอร์เน็ต]. 2562 [เข้าถึงเมื่อ 16 ส.ค. 2566]. เข้าถึงได้จาก: <https://www.radiologythailand.org/>
- [17] ลัดดา เย็นศรี. การศึกษาเปรียบเทียบปริมาณรังสีที่ผู้ป่วยได้รับการถ่ายภาพรังสีทรวงอกด้วยระบบ CR และ DR. *วารสารเครือข่ายวิทยาลัยพยาบาลและการสาธารณสุขภาคใต้*. 2559;3(1):129-139.
- [18] อัญรัตน์ ชูศิลป์, ฐิติพงศ์ แก้วเหล็ก. ตัวบ่งชี้ปริมาณรังสีในระบบการถ่ายภาพรังสีแบบดิจิทัล. *วารสารรังสีเทคนิค*. 2561;43(1):21-28.