

Determination of Radiographic Exposure Parameters Based on Chest Thickness for Mobile Chest Radiography in Pediatric Patients at Phetchabun Hospital

Thammanoon Sawasdee

Radiology Department, Phetchabun Hospital, Phetchabun Province, Thailand

Article info: Received: January 21, 2026 | Revised: August 10, 2026 | Accepted: August 13, 2026

Abstract

This prospective analytical study aimed to determine the Exposure Index (EI), Deviation Index (DI), and Entrance Surface Air Kerma (ESAK), evaluate the appropriateness of EI, DI, and ESAK, investigate the relationships between chest thickness and radiographic exposure parameters, and develop predictive equations for kilovoltage peak (kVp) and milliamperes-second (mAs) based on chest thickness in pediatric mobile chest radiography. A total of 106 pediatric inpatients aged 1–14 years who underwent mobile chest radiography at Phetchabun Hospital between June and September 2025 were enrolled. Chest thickness, kVp, mAs, EI, DI, and ESAK were collected and analyzed using descriptive statistics, Chi-square test, and simple linear regression. The mean EI, DI, and ESAK were 377.9 ± 249.0 , -0.05 ± 3.2 , and 0.08 ± 0.07 mGy, respectively. EI and DI were outside the recommended ranges in 56.6% and 60.4% of patients, respectively, whereas 62.3% of patients had ESAK values within the Thai National Diagnostic Reference Levels. Chest thickness was significantly and positively associated with kVp, mAs, and ESAK ($p < 0.001$). The predictive equations were $kVp = 54.378 + 1.016 \times \text{chest thickness (cm)}$ and $mAs = 0.455 + 0.117 \times \text{chest thickness (cm)}$. These findings indicate that chest thickness is a useful predictor of radiographic exposure parameters and may be applied to develop an exposure chart for pediatric mobile chest radiography, thereby reducing variation in exposure parameter selection and promoting radiation dose optimization according to the ALARA principle.

Keywords: Pediatric patients, Chest thickness, Entrance surface air kerma, Mobile radiography

Corresponding Author: Thammanoon Sawasdee

Email: thammanoon_sd@yahoo.com

การกำหนดค่าพารามิเตอร์การถ่ายภาพรังสีทรวงอกตามความหนาทรวงอกด้วยเครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่ในผู้ป่วยเด็ก โรงพยาบาลเพชรบูรณ์

ธรรมณูญ สวัสดิ์

แผนกรังสีวิทยา โรงพยาบาลเพชรบูรณ์ จังหวัดเพชรบูรณ์

การรับบทความ: วันที่รับ: 21 มกราคม 2569 | วันที่แก้ไข: 10 สิงหาคม 2569 | วันที่ตอบรับ: 13 สิงหาคม 2569

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงวิเคราะห์แบบเก็บข้อมูลไปข้างหน้า (Prospective analytical study) มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาค่าดัชนีบ่งชี้ปริมาณรังสี (Exposure Index; EI) ค่าดัชนีบ่งชี้การเปลี่ยนแปลงปริมาณรังสี (Deviation Index; DI) และค่าปริมาณรังสีที่ผิวผู้ป่วย (Entrance Surface Air Kerma; ESAK) จากการถ่ายภาพรังสีทรวงอกในผู้ป่วยเด็ก ประเมินความเหมาะสมของค่า EI, DI และ ESAK ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความหนาทรวงอกกับค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า (kilovoltage peak; kVp) ค่ากระแสหลอดเอกซเรย์ต่อเวลา (milliampere-second; mAs) และค่า ESAK รวมทั้งพัฒนาสมการพยากรณ์สำหรับกำหนดค่า kVp และ mAs ตามความหนาทรวงอก กลุ่มตัวอย่างเป็นผู้ป่วยเด็กอายุ 1-14 ปี จำนวน 106 ราย ที่เข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลเพชรบูรณ์ ระหว่างเดือนมิถุนายน-กันยายน พ.ศ. 2568 เก็บรวบรวมข้อมูลความหนาทรวงอก ค่า kVp, mAs, EI, DI และคำนวณค่า ESAK วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงพรรณนา การทดสอบไคสแควร์ (Chi-square test) และการวิเคราะห์ถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย (Simple Linear Regression) กำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 ผลการศึกษาพบว่า ค่า EI, DI และ ESAK มีค่าเฉลี่ย 377.9 ± 249.0 , -0.05 ± 3.2 และ 0.08 ± 0.07 mGy ตามลำดับ โดยค่า EI และ DI อยู่นอกช่วงมาตรฐานร้อยละ 56.6 และ 60.4 ตามลำดับ ขณะที่ผู้ป่วยร้อยละ 62.3 มีค่า ESAK อยู่ในเกณฑ์ปริมาณรังสีวินิจฉัยอ้างอิงระดับชาติ ความหนาทรวงอกมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับค่า kVp, mAs และ ESAK อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.001$) และสามารถพัฒนาสมการพยากรณ์ ได้แก่ $kVp = 54.378 + 1.016$ (ความหนาทรวงอก) และ $mAs = 0.455 + 0.117$ (ความหนาทรวงอก) สรุปได้ว่า ความหนาทรวงอกมีความสัมพันธ์กับค่าพารามิเตอร์การถ่ายภาพรังสีและค่า ESAK อย่างมีนัยสำคัญ สมการที่ได้สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการพัฒนา Exposure Chart สำหรับกำหนดค่าพารามิเตอร์เบื้องต้นในการถ่ายภาพรังสีทรวงอกในผู้ป่วยเด็ก เพื่อช่วยลดความแปรปรวนในการตั้งค่าเครื่องและส่งเสริมการใช้ปริมาณรังสีอย่างเหมาะสมตามหลัก As Low As Reasonably Achievable (ALARA)

คำสำคัญ: ผู้ป่วยเด็ก, ความหนาทรวงอก, ปริมาณรังสีที่ผิวผู้ป่วย, เครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่

ผู้รับผิดชอบบทความ: ธรรมณูญ สวัสดิ์

Email: thammanoon_sd@yahoo.com

บทนำ

รังสีเอกซ์ (X-ray) เป็นรังสีชนิดก่อไอออน (Ionizing radiation) ที่มีบทบาทสำคัญในการวินิจฉัยโรค เนื่องจากสามารถแสดงรายละเอียดของอวัยวะและความผิดปกติภายในร่างกายได้อย่างรวดเร็วและแม่นยำ อย่างไรก็ตามการตรวจด้วยรังสีเอกซ์ (X-ray) ทุกครั้งย่อมทำให้ผู้ป่วยได้รับรังสี ซึ่งหากได้รับในปริมาณที่สูงเกินความจำเป็น อาจเพิ่มความเสี่ยงต่อการเกิดผลกระทบทางชีววิทยาทั้งแบบที่มีค่าขีดเริ่ม (Deterministic effects) และแบบสุ่ม (Stochastic effects) ดังนั้นการถ่ายภาพรังสีวินิจฉัยจึงควรให้ได้ภาพที่มีคุณภาพเพียงพอต่อการวินิจฉัยควบคู่กับการลดปริมาณรังสีที่ผู้ป่วยได้รับให้น้อยที่สุดตามหลักการ As Low As Reasonably Achievable (ALARA) [1]

ปัจจุบันระบบเอกซเรย์ดิจิทัล (Digital Radiography; DR) ได้เข้ามาแทนที่ระบบเอกซเรย์แบบเดิมอย่างแพร่หลาย เนื่องจากให้ภาพที่มีคุณภาพดี สามารถประมวลผลภาพได้อย่างรวดเร็ว และเพิ่มประสิทธิภาพการให้บริการ อย่างไรก็ตามระบบดิจิทัลสามารถปรับแต่งคุณภาพของภาพหลังการถ่ายได้ ส่งผลให้ผู้ปฏิบัติงานอาจใช้ปริมาณรังสีสูงกว่าที่จำเป็นโดยไม่สามารถประเมินได้จากคุณภาพของภาพเพียงอย่างเดียว ซึ่งเรียกว่า Dose Creep ในทางตรงกันข้าม หากใช้ปริมาณรังสีต่ำเกินไปภาพจะมีสัญญาณรบกวนสูงและอาจต้องถ่ายซ้ำ ทำให้ผู้ป่วยได้รับรังสีเพิ่มขึ้น [2]

การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ปริมาณรังสี (Radiation dose optimization) จึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง โดยเฉพาะการติดตามค่าดัชนีบ่งชี้ปริมาณรังสี (Exposure Index; EI) ค่าดัชนีบ่งชี้การเปลี่ยนแปลงปริมาณรังสี (Deviation Index; DI) และค่าปริมาณรังสีที่ผิวผู้ป่วย (Entrance Surface Air Kerma; ESAK) ซึ่งเป็นตัวชี้วัดที่สะท้อนความเหมาะสมของเทคนิคการถ่ายภาพรังสี และสามารถนำมาเปรียบเทียบกับระดับอ้างอิงการวินิจฉัย (Diagnostic Reference Level; DRL) เพื่อใช้ประเมินและปรับปรุงการปฏิบัติงานให้มีประสิทธิภาพและปลอดภัยยิ่งขึ้น [3]

ผู้ป่วยเด็กเป็นกลุ่มที่มีความไวต่อรังสีมากกว่าผู้ใหญ่ และมีช่วงอายุคาดเฉลี่ยที่ยาวนาน จึงมีโอกาสเกิดผลกระทบจากรังสีในระยะยาวสูงกว่า การกำหนดเทคนิคการถ่ายภาพรังสีที่เหมาะสมในผู้ป่วยเด็กจึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง [4] การศึกษาหลายฉบับรายงานว่าปริมาณรังสีจากการถ่ายภาพรังสีเด็กมีความแตกต่างกันระหว่างสถานพยาบาล และสามารถลดปริมาณรังสีได้ด้วยการปรับค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า (kVp) และค่ากระแสหลอดเอกซเรย์ต่อเวลา (mAs) ให้เหมาะสม โดยยังคงคุณภาพของภาพที่เพียงพอต่อการวินิจฉัย [5-8]

แม้ว่าจะมีการศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ปริมาณรังสีในผู้ป่วยเด็กอย่างต่อเนื่อง แต่ข้อมูลของประเทศ ไทย โดยเฉพาะการกำหนดค่าพารามิเตอร์สำหรับการถ่ายภาพรังสีที่ตรงอกด้วยเครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่ระบบดิจิทัลยังมีจำกัด [7, 9] นอกจากนี้ แนวทางการกำหนดเทคนิคส่วนใหญ่ยังอาศัยประสบการณ์ของนักรังสีการแพทย์ร่วมกับการประเมินลักษณะทางกายภาพของผู้ป่วย ส่งผลให้ค่าดัชนีบ่งชี้ปริมาณรังสีและปริมาณรังสีที่ผู้ป่วยได้รับมีความแปรปรวน [2, 5]

โรงพยาบาลเพชรบูรณ์เป็นโรงพยาบาลทั่วไปที่มีผู้ป่วยเด็กเข้ารับบริการถ่ายภาพรังสีที่ตรงอกด้วยเครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่ระบบดิจิทัลประมาณ 28,800 รายต่อปี อย่างไรก็ตาม ยังไม่มีข้อมูลที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหนาตรงอกกับค่าพารามิเตอร์ทางเทคนิคและปริมาณรังสีที่ผู้ป่วยได้รับ ซึ่งอาจนำไปใช้เป็นแนวทางในการกำหนดเทคนิคการถ่ายภาพรังสีที่เหมาะสมสำหรับผู้ป่วยเด็กได้

ดังนั้น การศึกษานี้จึงมุ่งศึกษาค่าดัชนีบ่งชี้ปริมาณรังสี (EI) ค่าดัชนีบ่งชี้การเปลี่ยนแปลงปริมาณรังสี (DI) และค่าปริมาณรังสีที่ผิวผู้ป่วย (ESAK) ประเมินความเหมาะสมของค่าดังกล่าวเมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐาน และศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความหนาตรงอกกับค่าพารามิเตอร์ทางเทคนิคในการถ่ายภาพรังสี เพื่อนำไปพัฒนาสมการพยากรณ์สำหรับกำหนดค่าพารามิเตอร์ทางเทคนิคในการถ่ายภาพรังสีที่ตรงอกในผู้ป่วยเด็ก ซึ่งจะเป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ปริมาณรังสีและยกระดับความปลอดภัยของผู้ป่วย

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาค่าดัชนีบ่งชี้ปริมาณรังสี (Exposure Index; EI) ค่าดัชนีบ่งชี้การเปลี่ยนแปลงปริมาณรังสี (Deviation Index; DI) และค่าปริมาณรังสีที่ผิวผู้ป่วย (Entrance Surface Air Kerma; ESAK) จากการถ่ายภาพรังสีทรวงอกในผู้ป่วยเด็กด้วยเครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่ระบบดิจิทัล
2. เพื่อประเมินความเหมาะสมของค่าดัชนีบ่งชี้ปริมาณรังสี (EI) ค่าดัชนีบ่งชี้การเปลี่ยนแปลงปริมาณรังสี (DI) และค่าปริมาณรังสีที่ผิวผู้ป่วย (ESAK) โดยเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐาน
3. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความหนาทรวงอกกับพารามิเตอร์ทางเทคนิคในการถ่ายภาพรังสี ได้แก่ ค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า (kVp) ค่ากระแสหลอดเอกซเรย์ต่อเวลา (mAs) และค่าปริมาณรังสีที่ผิวผู้ป่วย (ESAK)
4. เพื่อพัฒนามาตรการพยากรณ์สำหรับกำหนดค่าพารามิเตอร์ทางเทคนิคในการถ่ายภาพรังสีทรวงอกในผู้ป่วยเด็กโดยอาศัยความหนาทรวงอก

วัสดุและวิธีการศึกษา

การศึกษาครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงวิเคราะห์แบบเก็บข้อมูลไปข้างหน้า (Prospective analytical study) โดยดำเนินการเก็บข้อมูลจากผู้ป่วยเด็กที่เข้ารับการรักษาในหอผู้ป่วยใน โรงพยาบาลเพชรบูรณ์ ระหว่างเดือนมิถุนายนถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2568

ประชากรที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ ผู้ป่วยเด็กอายุ 1–14 ปี ที่เข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลเพชรบูรณ์และได้รับการถ่ายภาพรังสีทรวงอกด้วยเครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่ กลุ่มตัวอย่างคัดเลือกแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive sampling) โดยคำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่างด้วยโปรแกรม G*Power สำหรับการทดสอบสถิติ Chi-square test กำหนดค่า Effect size เท่ากับ 0.30 ซึ่งเป็นขนาดปานกลางตามเกณฑ์ของโคเฮน [10] กำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติ (α) เท่ากับ 0.05 และอำนาจการทดสอบ (Power) เท่ากับ 0.80 ได้ขนาดกลุ่มตัวอย่างขั้นต่ำ 88 ราย ผู้วิจัยเพิ่มจำนวนกลุ่มตัวอย่างอีกร้อยละ 20 เพื่อป้องกันการสูญเสียข้อมูลหรือข้อมูลไม่สมบูรณ์ (Dropout rate) จึงกำหนดกลุ่มตัวอย่างทั้งสิ้น 106 ราย

เกณฑ์การคัดเข้า ได้แก่ ผู้ป่วยเพศชายหรือเพศหญิง อายุ 1–14 ปี ที่เข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลและแพทย์มีคำสั่งให้ถ่ายภาพรังสีทรวงอกด้วยเครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่ ส่วนเกณฑ์การคัดออก ได้แก่ ผู้ป่วยที่ไม่สามารถวัดความหนาทรวงอกได้อย่างถูกต้อง เช่น มีอุปกรณ์ทางการแพทย์หรือวัสดุที่รบกวนการวัดบริเวณทรวงอก

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วยแบบบันทึกข้อมูลที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นสำหรับรวบรวมข้อมูลทั่วไป ได้แก่ เพศ อายุ และน้ำหนักตัว รวมทั้งข้อมูลทางเทคนิคในการถ่ายภาพรังสี ได้แก่ ความหนาทรวงอก (เซนติเมตร) ค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า (kVp) ค่ากระแสหลอดเอกซเรย์ต่อเวลา (mAs) ค่าดัชนีบ่งชี้ปริมาณรังสี (EI) ค่าดัชนีบ่งชี้การเปลี่ยนแปลงปริมาณรังสี (DI) และค่าปริมาณรังสีที่ผิวผู้ป่วย (ESAK) เครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินการวิจัย ได้แก่ เครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่ยี่ห้อ Shimadzu รุ่น MobileArt Evolution ร่วมกับชุดรับภาพเอกซเรย์ดิจิทัล (Digital Radiography; DR) ยี่ห้อ VIVIX ซึ่งผ่านการสอบเทียบเมื่อวันที่ 23 เมษายน พ.ศ. 2568 และใช้คาลิเปอร์ (Caliper) สำหรับวัดความหนาทรวงอกของผู้ป่วย

การวิจัยได้รับการรับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ โรงพยาบาลเพชรบูรณ์ เลขที่ IEC-006-2568 ลงวันที่ 25 มิถุนายน 2568 ก่อนเริ่มดำเนินการวิจัย ผู้วิจัยได้ชี้แจงวัตถุประสงค์ วิธีการวัดความหนาทรวงอก และขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูลแก่เจ้าหน้าที่รังสีเทคนิคเพื่อให้ปฏิบัติเป็นแนวทางเดียวกัน เมื่อผู้ป่วยมีคุณสมบัติตามเกณฑ์ที่กำหนด ผู้วิจัยอธิบายรายละเอียดของการวิจัยและขอความยินยอมจากผู้ปกครองก่อนดำเนินการเก็บข้อมูล จากนั้นวัดความหนาทรวงอกของผู้ป่วยก่อนการถ่ายภาพรังสี นักรังสีการแพทย์เป็นผู้กำหนดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า (kVp) และค่ากระแสหลอดเอกซเรย์ต่อเวลา (mAs) ตามแนวปฏิบัติและประสบการณ์ของผู้ปฏิบัติงาน แล้วดำเนินการ

ถ่ายภาพรังสีทรวงอกด้วยเครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่ระบบดิจิทัล ภายหลังการถ่ายภาพ ผู้วิจัยบันทึกข้อมูล ได้แก่ เพศ อายุ น้ำหนัก ความหนาทรวงอก ค่า kVp ค่า mAs ค่า EI และค่า DI เพื่อนำมาคำนวณค่า ESAK ก่อนตรวจสอบความครบถ้วนของข้อมูลและนำไปวิเคราะห์ทางสถิติ รวมทั้งนำผลการวิเคราะห์ไปพัฒนาสมการพยากรณ์สำหรับกำหนดค่าพารามิเตอร์ทางเทคนิคในการถ่ายภาพรังสีทรวงอกตามความหนาทรวงอกของผู้ป่วยเด็ก

ข้อมูลทั้งหมดได้รับการตรวจสอบความถูกต้องก่อนนำไปวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมสถิติสำเร็จรูป โดยข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่างวิเคราะห์ด้วยสถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ จำนวน ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าต่ำสุด และค่าสูงสุด ความเหมาะสมของค่าดัชนีบ่งชี้ปริมาณรังสี (EI) ค่าดัชนีบ่งชี้การเปลี่ยนแปลงปริมาณรังสี (DI) และค่าปริมาณรังสีที่ผิวผู้ป่วย (ESAK) จำแนกตามช่วงความหนาทรวงอก วิเคราะห์ด้วยสถิติ Chi-square test ส่วนความสัมพันธ์ระหว่างความหนาทรวงอกกับค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า (kVp) ค่ากระแสหลอดเอกซเรย์ต่อเวลา (mAs) และค่า ESAK วิเคราะห์ด้วยการวิเคราะห์ถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย (Simple Linear Regression) โดยกำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05

ผลการศึกษา

การศึกษานี้มีผู้ป่วยเด็กที่เข้าร่วมการศึกษาทั้งหมด 106 ราย เป็นเพศหญิง 56 ราย (ร้อยละ 52.8) และเพศชาย 50 ราย (ร้อยละ 47.2) ผู้ป่วยส่วนใหญ่อยู่ในช่วงอายุ 1-4 ปี จำนวน 77 ราย (ร้อยละ 72.6) อายุเฉลี่ย 7.5 ± 4.03 ปี น้ำหนักเฉลี่ย 13.5 ± 12.6 กิโลกรัม และมีความหนาทรวงอกเฉลี่ย 11.3 ± 4.2 เซนติเมตร สำหรับพารามิเตอร์การถ่ายภาพ พบว่าค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า (kVp) เฉลี่ยเท่ากับ 66.7 ± 5.8 และค่ากระแสหลอดเอกซเรย์ต่อเวลา (mAs) เฉลี่ย 2.1 ± 1.0 ขณะที่ค่าดัชนีบ่งชี้ปริมาณรังสี (Exposure Index; EI) มีค่าเฉลี่ย 377.9 ± 249.0 ค่าดัชนีบ่งชี้การเปลี่ยนแปลงปริมาณรังสี (Deviation Index; DI) มีค่าเฉลี่ย -0.05 ± 3.2 และค่าปริมาณรังสีที่ผิวผู้ป่วย (ESAK) มีค่าเฉลี่ย 0.08 ± 0.07 mGy ดังแสดงในตารางที่ 1

เมื่อเปรียบเทียบค่าที่ได้จากการถ่ายภาพรังสีปอดกับเกณฑ์มาตรฐาน พบว่า ผู้ป่วยร้อยละ 56.6 มีค่าดัชนีบ่งชี้ปริมาณรังสี (Exposure Index; EI) อยู่นอกช่วงมาตรฐาน (EI <180 หรือ >453) ขณะที่ร้อยละ 43.4 อยู่ในช่วงมาตรฐาน

สำหรับค่าดัชนีบ่งชี้การเปลี่ยนแปลงปริมาณรังสี (Deviation Index; DI) พบว่าผู้ป่วยร้อยละ 60.4 มีค่า DI อยู่ นอกช่วงมาตรฐาน (DI <-2 หรือ >2) และร้อยละ 39.6 อยู่ในช่วงมาตรฐาน

เมื่อเปรียบเทียบค่าปริมาณรังสีที่ผิวผู้ป่วย (Entrance Surface Air Kerma; ESAK) กับค่าปริมาณรังสีอ้างอิงระดับชาติของประเทศไทย (National Diagnostic Reference Levels; NDRLs) ปี พ.ศ. 2566 พบว่า ผู้ป่วยร้อยละ 62.3 ได้รับปริมาณรังสีอยู่ในเกณฑ์เหมาะสม ส่วนอีกร้อยละ 37.7 มีค่าปริมาณรังสีสูงกว่าเกณฑ์อ้างอิง โดยกลุ่มที่อยู่ในเกณฑ์เหมาะสมมีค่า ESAK เฉลี่ย 0.04 ± 0.02 mGy ขณะที่กลุ่มที่ไม่เหมาะสมมีค่าเฉลี่ย 0.14 ± 0.07 mGy

ตารางที่ 1 ข้อมูลทั่วไปและข้อมูลการถ่ายภาพรังสีปอดของผู้ป่วยเด็ก (n = 106)

ข้อมูล	จำนวน	ร้อยละ	Min	Max	Mean	SD
เพศ หญิง	56	52.8				
ชาย	50	47.2				
อายุ 1-4 ปี	77	72.6	1.0	14.0	7.5	4.03
5-9 ปี	13	12.3				
10-14 ปี	16	15.2				
น้ำหนัก	106		1.5	53.0	13.5	12.6
ความหนาทรวงอก	106		6.0	24.0	11.3	4.2
ค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า (kVp)	106		57.0	80.0	66.7	5.8

ตารางที่ 1 ข้อมูลทั่วไปและข้อมูลการถ่ายภาพรังสีปอดของผู้ป่วยเด็ก (n = 106) (ต่อ)

ข้อมูล	จำนวน	ร้อยละ	Min	Max	Mean	SD
ค่ากระแสหลอดเอกซเรย์ต่อเวลา (mAs)	106		1.0	5.4	2.1	1.0
ค่าดัชนีบ่งชี้ปริมาณรังสี (EI)	106		66.0	1344.0	377.9	249.0
ค่าดัชนีบ่งชี้การเปลี่ยนแปลงปริมาณรังสี (DI)	106		-7.3	7.9	-0.05	3.2
ค่าปริมาณรังสีที่ผิวผู้ป่วย (ESAK)	106		0.02	0.37	0.08	0.07

เมื่อเปรียบเทียบความเหมาะสมของค่าดัชนีบ่งชี้ปริมาณรังสี (EI) ดัชนีบ่งชี้การเปลี่ยนแปลงปริมาณรังสี (DI) และค่าปริมาณรังสีที่ผิวผู้ป่วย (ESAK) ตามช่วงความหนาทรวงอก พบว่า ความเหมาะสมของค่า EI และ DI ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.264$ และ $p = 0.183$ ตามลำดับ) อย่างไรก็ตาม ความเหมาะสมของค่า ESAK แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.001$) โดยผู้ป่วยที่มีความหนาทรวงอก ≤ 9 เซนติเมตร มีสัดส่วนของการได้รับปริมาณรังสีที่เหมาะสมสูงที่สุด (ร้อยละ 77.3) ขณะที่ผู้ป่วยที่มีความหนาทรวงอก 9.1–15 เซนติเมตร และมากกว่า 15 เซนติเมตร มีสัดส่วนของการได้รับปริมาณรังสีที่ไม่เหมาะสมเพิ่มขึ้น (ตารางที่ 2)

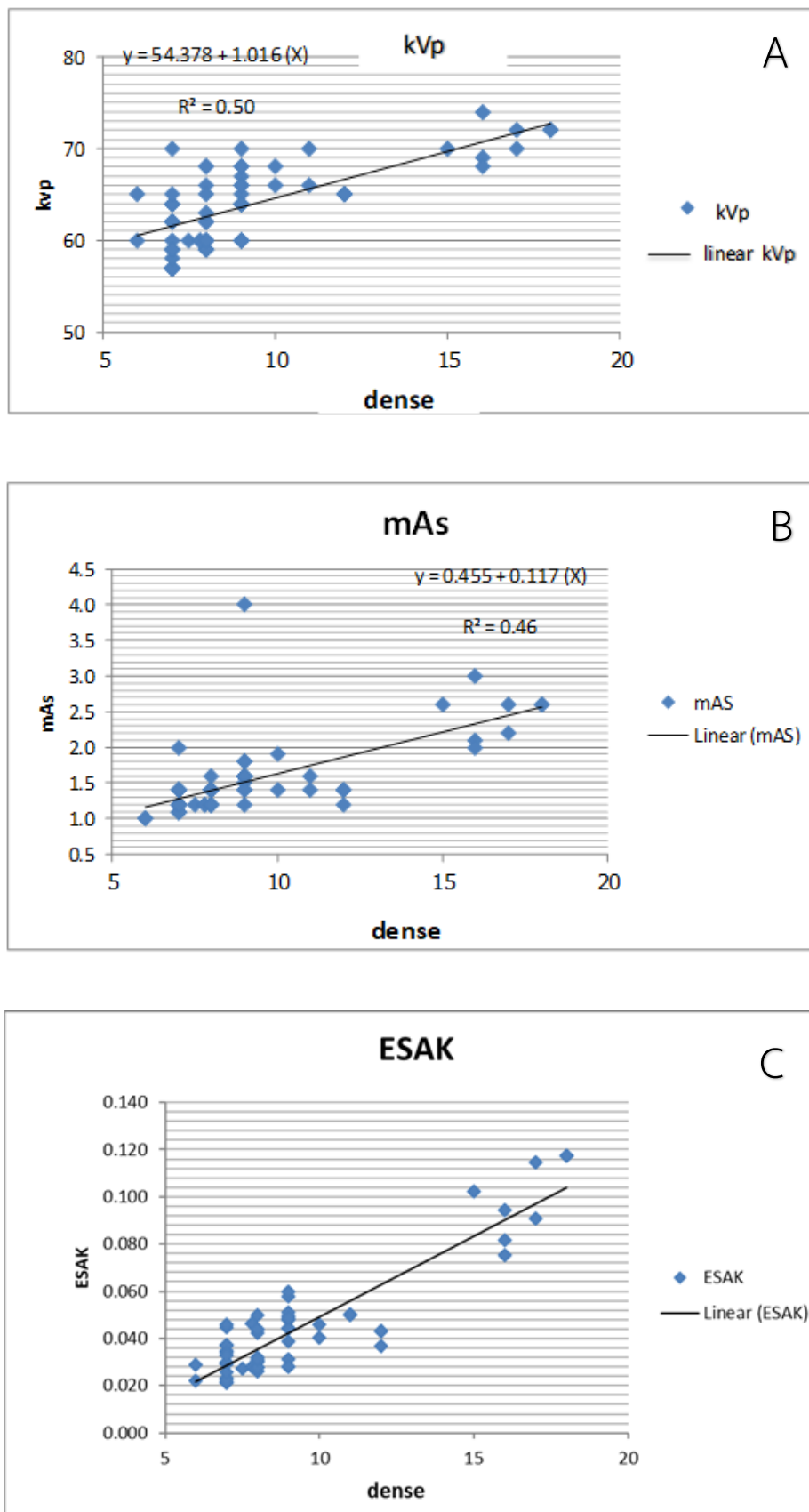
ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบความเหมาะสมของค่าดัชนีบ่งชี้ปริมาณรังสี (EI) ดัชนีบ่งชี้การเปลี่ยนแปลงปริมาณรังสี (DI) และปริมาณรังสีที่ผิวผู้ป่วย (ESAK) จำแนกตามความหนาทรวงอก (n = 106)

ความหนาทรวงอก (ซม.)	EI		DI		ESAK	
	ไม่เหมาะสม n (%)	เหมาะสม n (%)	ไม่เหมาะสม n (%)	เหมาะสม n (%)	ไม่เหมาะสม n (%)	เหมาะสม n (%)
≤ 9	29 (48.3)	25 (54.3)	28 (43.8)	26 (61.9)	3 (7.5)	51 (77.3)
9.1–15	14 (23.3)	14 (30.4)	19 (29.7)	9 (21.4)	20 (50.0)	8 (12.1)
> 15	17 (28.3)	7 (15.2)	17 (26.6)	7 (16.7)	17 (42.5)	7 (10.6)
Chi-square	2.66		3.39		48.52	
p-value	0.264		0.183		< 0.001	

ผลการวิเคราะห์ถดถอยเชิงเส้นอย่างง่ายแสดงให้เห็นว่าความหนาทรวงอกมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับค่า kVp, mAs และ ESAK อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.001$) (ตารางที่ 3) โดย ESAK มีความสัมพันธ์กับความหนาทรวงอกสูงที่สุด ($R^2 = 0.814$) รองลงมาคือ kVp ($R^2 = 0.505$) และ mAs ($R^2 = 0.465$) ดังแสดงในรูปที่ 1 ซึ่งแสดงแนวโน้มความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงของตัวแปรทั้งสามกับความหนาทรวงอก พร้อมสมการพยากรณ์ที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการกำหนดค่าพารามิเตอร์การถ่ายภาพรังสีปอดในผู้ป่วยเด็กได้

ตารางที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาทรวงอกกับค่าพารามิเตอร์ทางเทคนิคและปริมาณรังสีที่ผิวผู้ป่วย โดยการวิเคราะห์ถดถอยเชิงเส้น (Simple Linear Regression)

ตัวแปรตาม	สมการถดถอย	R	R ²	B (95% CI)	p-value
kVp	kVp = 54.378 + 1.016(ความหนาทรวงอก)	0.711	0.505	1.016 (0.765–1.267)	< 0.001
mAs	mAs = 0.455 + 0.117(ความหนาทรวงอก)	0.682	0.465	0.117 (0.086–0.148)	< 0.001
ESAK (mGy)	ESAK = -0.019 + 0.007(ความหนาทรวงอก)	0.902	0.814	0.007 (0.006–0.007)	< 0.001



รูปที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาทรวงอกกับ (A) ค่า kVp (B) ค่า mAs และ (C) ค่าปริมาณรังสีที่ผิวผู้ป่วย (ESAK)

วิจารณ์

ค่า Exposure Index (EI) และ Deviation Index (DI) เป็นตัวชี้วัดปริมาณรังสีที่ตกกระทบตัวรับภาพ (detector) ไม่ใช่ค่าปริมาณรังสีที่ผู้ป่วยได้รับโดยตรง แต่สามารถใช้ประเมินคุณภาพการถ่ายภาพรังสีและเฝ้าระวังการเกิด dose creep ได้ ผลการศึกษาพบว่าค่า EI และ DI อยู่นอกช่วงมาตรฐานร้อยละ 56.6 และ 60.4 ตามลำดับ สะท้อนถึงความแปรปรวนของการกำหนดค่าพารามิเตอร์ในการถ่ายภาพ ซึ่งอาจเกิดจากการกำหนดค่า kVp และ mAs ตามประสบการณ์ของผู้ปฏิบัติงานและยังไม่มีแนวทางมาตรฐานที่ชัดเจน ผลการศึกษานี้แตกต่างจากการศึกษาของ ประภัสสร ไกรหาญ และดวงฤดี สุภมาตย์ [4] ที่พบว่าค่า EI และ DI อยู่ในเกณฑ์เหมาะสมร้อยละ 60.52 จึงสนับสนุนความจำเป็นในการจัดทำ Exposure Chart และพัฒนาแนวทางการกำหนดค่าเทคนิคเพื่อให้การถ่ายภาพรังสีมีความสม่ำเสมอและเหมาะสมยิ่งขึ้น

จากผลการศึกษาพบว่า ผู้ป่วยร้อยละ 62.3 มีค่าปริมาณรังสีที่ผิวผู้ป่วย (ESAK) อยู่ในเกณฑ์ปริมาณรังสีวินิจฉัยอ้างอิงระดับชาติของประเทศไทย (NDRLs in Thailand) ปี พ.ศ. 2566 [7] ขณะที่ร้อยละ 37.7 มีค่า ESAK สูงกว่าเกณฑ์อ้างอิง ซึ่งอาจเกิดจากความแปรปรวนของการกำหนดค่าพารามิเตอร์การถ่ายภาพรังสีโดยผู้ปฏิบัติงาน ผลการศึกษานี้สอดคล้องกับการศึกษาของ แสงชัย สมานาค และคณะ [6] ที่พบว่าค่า ESAK ของโรงพยาบาลสุรินทร์มีทั้งค่าต่ำและสูงกว่าค่าปริมาณรังสีอ้างอิงของประเทศ อย่างไรก็ตาม การศึกษาดังกล่าวใช้ระบบ Automatic Exposure Control (AEC) ซึ่งสามารถควบคุมเวลาในการฉายรังสีและลดค่า mAs ได้ จึงอาจเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ผลการศึกษาแตกต่างจากการศึกษาครั้งนี้

ผลการวิเคราะห์ถดถอยเชิงเส้นแสดงให้เห็นว่า ความหนาทรวงอกมีความสัมพันธ์กับค่า kVp และ mAs อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จึงสามารถพัฒนาสมการพยากรณ์ ได้แก่ $kVp = 54.378 + 1.016$ (ความหนาทรวงอก; เซนติเมตร) และ $mAs = 0.455 + 0.117$ (ความหนาทรวงอก; เซนติเมตร) เพื่อใช้เป็นแนวทางในการกำหนดค่าพารามิเตอร์เบื้องต้นและพัฒนา Exposure Chart สำหรับการถ่ายภาพรังสีทรวงอกในผู้ป่วยเด็ก ผลการศึกษานี้สอดคล้องกับการศึกษาของ Piantini F. และคณะ [11] ที่รายงานว่า การใช้ความหนาของผู้ป่วยในการกำหนดโปรโตคอลทางรังสีมีความเหมาะสมมากกว่าการใช้อายุ เนื่องจากผู้ป่วยในช่วงอายุเดียวกันอาจมีความหนาทรวงอกแตกต่างกันถึงร้อยละ 25–55

ข้อจำกัดของการศึกษานี้คือการดำเนินการในโรงพยาบาลเพชรบูรณ์เพียงแห่งเดียว และใช้เครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่ Shimadzu รุ่น MobileArt Evolution ร่วมกับชุดรับภาพดิจิทัล VIVIX เพียงระบบเดียว จึงอาจมีข้อจำกัดในการนำผลการศึกษาและสมการที่พัฒนาขึ้นไปประยุกต์ใช้กับเครื่องเอกซเรย์หรือระบบรับภาพของผู้ผลิตรายอื่น เนื่องจากค่า EI และ DI มีความแตกต่างตามผู้ผลิต (vendor) นอกจากนี้ การศึกษาไม่ได้ควบคุมปัจจัยทางเทคนิคที่อาจมีผลต่อปริมาณรังสีและคุณภาพของภาพ เช่น ระยะห่างระหว่างหลอดเอกซเรย์กับตัวรับภาพ (Source-to-Image Distance; SID) การใช้กริด (grid) การจำกัดลำรังสี (collimation) และการจัดท่าผู้ป่วย (positioning) อีกทั้งค่า ESAK เป็นค่าที่ได้จากการคำนวณด้วยโปรแกรมของศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ที่ 2 พิษณุโลก ดังนั้น หากมีการเปลี่ยนแปลงเครื่องเอกซเรย์หรือชุดรับภาพ จำเป็นต้องปรับปรุงโปรแกรมคำนวณ ESAK ให้เหมาะสมก่อนนำไปใช้งาน นอกจากนี้ การวัดความหนาทรวงอกของผู้ป่วยเด็กอาจมีความคลาดเคลื่อนจากท่าทางของผู้ป่วย ทั้งในท่านั่งและท่านอน รวมถึงความแตกต่างของช่วงการหายใจขณะวัด ซึ่งอาจส่งผลต่อค่าความหนาทรวงอกที่วัดได้ และควรคำนึงถึงเมื่อนำสมการหรือแนวทางการกำหนดค่าพารามิเตอร์จากการศึกษานี้ไปประยุกต์ใช้ในหน่วยบริการอื่น

ข้อเสนอแนะ

1. การนำผลการวิจัยไปใช้

สมการพยากรณ์ค่า kVp และ mAs ที่ได้จากการศึกษาสามารถนำไปพัฒนาเป็น Exposure Chart สำหรับการถ่ายภาพรังสีทรวงอกในผู้ป่วยเด็ก เพื่อใช้เป็นแนวทางในการกำหนดค่าพารามิเตอร์เบื้องต้น ลดความแปรปรวนจากการตั้งค่าตามประสบการณ์ของผู้ปฏิบัติงาน และสนับสนุนการใช้ปริมาณรังสีอย่างเหมาะสมตามหลัก ALARA ทั้งนี้ ควรมีการติดตามค่า EI, DI, ESAK และอัตราการถ่ายภาพซ้ำอย่างต่อเนื่อง เพื่อประเมินประสิทธิผลหลังการนำไปใช้

2. การวิจัยในอนาคต

ควรศึกษาประสิทธิภาพของการใช้ Exposure Chart ต่อคุณภาพของภาพรังสี ปริมาณรังสีที่ผู้ป่วยได้รับ และอัตราการถ่ายภาพซ้ำ รวมทั้งขยายการศึกษาไปยังเครื่องเอกซเรย์และระบบรับภาพดิจิทัลจากผู้ผลิตหลายรายและสถานพยาบาลหลายระดับ เพื่อประเมินความเหมาะสมและความสามารถในการประยุกต์ใช้สมการกับบริบทที่แตกต่างกัน

สรุป

การศึกษานี้พบว่า ค่า EI, DI และ ESAK จากการถ่ายภาพรังสีทรวงอกในผู้ป่วยเด็กมีค่าเฉลี่ย 377.9 ± 249.0 , -0.05 ± 3.2 และ 0.08 ± 0.07 mGy ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐาน พบว่าค่า EI และ DI อยู่ นอกช่วงมาตรฐานร้อยละ 56.6 และ 60.4 ตามลำดับ ขณะที่ผู้ป่วยร้อยละ 62.3 มีค่า ESAK อยู่ในเกณฑ์ปริมาณรังสี วินิจฉัยอ้างอิงระดับชาติ ความหนาทรวงอกมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับค่า kVp, mAs และ ESAK อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และสามารถพัฒนาสมการพยากรณ์สำหรับกำหนดค่า kVp และ mAs ตามความหนาทรวงอก เพื่อนำไปใช้เป็นแนวทางในการพัฒนา Exposure Chart สำหรับการถ่ายภาพรังสีทรวงอกในผู้ป่วยเด็ก ซึ่งจะช่วยลดความแปรปรวนในการกำหนดค่าพารามิเตอร์และส่งเสริมการใช้ปริมาณรังสีอย่างเหมาะสมและปลอดภัยตามหลัก ALARA

เอกสารอ้างอิง

- [1] บุญเสริม เนยสูงเนิน, เจษฎา ตัณฑนุช. การประเมินปริมาณรังสีที่ผิวหนังผู้ป่วยได้รับจากการถ่ายภาพเอกซเรย์. วารสารสาธารณสุขและวิทยาศาสตร์สุขภาพ. 2564;4(3):204-14.
- [2] ธัญรัตน์ ชูศิลป์, ฐิติพงศ์ แก้วเหล็ก. ตัวบ่งชี้ปริมาณรังสีในระบบการถ่ายภาพรังสีแบบดิจิทัล. วารสารรังสีเทคนิค. 2561;43(1):21-8.
- [3] ศุภวิภู สุขเพ็ง. การวัดปริมาณรังสีเอกซ์จากการตรวจวินิจฉัย และแนวทางการใช้รังสีอย่างเหมาะสม. พิชญโลก: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยนเรศวร; 2559.
- [4] ประภัศร ไกรหาญ, ดวงฤดี สุภมาตย์. การประเมินค่าดัชนีชี้วัดปริมาณรังสี (Exposure index:EI, Deviation index:DI) ในการถ่ายภาพทรวงอกเด็กอายุ 0-12 ปี โรงพยาบาลสิรินธร จังหวัดขอนแก่น. วารสารสุขภาพและสิ่งแวดล้อมศึกษา. 2564;6(4):18-27.
- [5] สิริกร จอมสันเทียะ, ยวินฐา เทศน์เรียน, ปณิศา สมศรี. การหาค่าเทคนิคที่เหมาะสมสำหรับการถ่ายภาพรังสีทรวงอกด้วยเครื่องเอกซเรย์ทั่วไประบบดิจิทัล (ศึกษาในหุ่นจำลอง) [ปริญญาานิพนธ์]. พิชญโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร; 2565.
- [6] แสงชัย สมนาค, กฤษณา ร้อยศรี, รังสี ทรงประโคน. ค่าปริมาณรังสีอ้างอิงสำหรับการถ่ายภาพรังสีวินิจฉัยทางการแพทย์ในโรงพยาบาลสุรินทร์. วารสารการแพทย์โรงพยาบาลศรีสะเกษ สุรินทร์ บุรีรัมย์. 2567;39(1):163-73.
- [7] อนงค์ สิงการังไชย, ศุภวัฒน์ ทัพสุริย์. ค่าปริมาณรังสีอ้างอิงในการถ่ายภาพรังสีวินิจฉัยทางการแพทย์ของประเทศไทย (Thailand DRLs 2023). กรุงเทพฯ: บริษัท ปิยอนด์ พับลิชชิง; 2566.
- [8] เสกสรร คำชาย, ปัญญาคม ลีจันทิก. ปริมาณรังสีที่ผิวผู้ป่วยเด็กจากการถ่ายภาพรังสีทรวงอกที่โรงพยาบาลจักราช จังหวัดนครราชสีมา. วารสารวิจัยและพัฒนาด้านสุขภาพ. 2558;1(1):58-67.

- [9.] วีระชัย แสงสว่าง. การประเมินปริมาณรังสีที่ผิวหนังแรกคลอดจากการถ่ายภาพรังสีทรวงอกในผู้ป่วยวิกฤตทารกแรกคลอด ด้วยเครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่ระบบดิจิทัลของ โรงพยาบาลอ่างทอง. [อินเทอร์เน็ต]. 2567 [เข้าถึงเมื่อ 15 ม.ค. 2568]. เข้าถึงได้จาก <https://atg-h.moph.go.th/node/645>.
- [10.] Cohen J. Statistical power analysis for the behavioral sciences. 2nd ed. Hillsdale (NJ): Lawrence Erlbaum Associates; 1988.
- [11.] Piantini F, Schelin HR, Denyak V, Bunick AP, Legnani JA, Ledesma JA, et al. Dose evaluation in paediatric patients undergoing chest X-ray examinations. Radiat Phys Chem. 2017;140:130-3.