

การวิเคราะห์ค่า Exposure Index และ Deviation Index ในโหมด Automatic Exposure Control เพื่อปรับปรุงคุณภาพภาพทางรังสีวิทยาในโรงพยาบาลทุ่งสง*

ANALYSIS OF EXPOSURE INDEX AND DEVIATION INDEX IN AEC MODE FOR RADIOGRAPHIC IMAGE QUALITY IMPROVEMENT AT THUNG SONG HOSPITAL

มณฑา ทัดแก้ว¹ และ จงวัฒน์ ชีวกุล²

Monta Tadkeaw¹ and Jongwat Cheewakul²

¹งานรังสีวิทยา กลุ่มภารกิจยุติภูมิ โรงพยาบาลทุ่งสง

¹Department of Radiology, Thungsong Hospital, Nakhon Si Thammarat, Thailand

²หลักสูตรรังสีเทคนิค สาขารังสีวิทยา คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

²Radiological Technology Program, Department of Radiology, Faculty of Medicine,

Prince of Songkla University, Thailand

Corresponding Author's Email: jongwatcheewakul@hotmail.com

วันที่รับบทความ : 26 มิถุนายน 2568; วันที่แก้ไขบทความ 30 มิถุนายน 2568; วันที่ตอบรับบทความ : 2 กรกฎาคม 2568

Received 26 June 2025; Revised 30 June 2025; Accepted 2 July 2025

บทคัดย่อ

การศึกษาวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) วิเคราะห์และเปรียบเทียบค่า Exposure Index (EI) และ Deviation Index (DI) ที่ได้จากเครื่องเอกซเรย์ดิจิทัลจำนวน 2 เครื่องในโหมด Automatic Exposure Control (AEC). 2) ศึกษาความสัมพันธ์ของค่า EI และ DI กับ

Citation:



* มณฑา ทัดแก้ว และ จงวัฒน์ ชีวกุล. (2568). การวิเคราะห์ค่า Exposure Index และ Deviation Index ในโหมด Automatic Exposure Control เพื่อปรับปรุงคุณภาพภาพทางรังสีวิทยาในโรงพยาบาลทุ่งสง.

วารสารส่งเสริมและพัฒนาวิชาการสมัยใหม่, 3(4), 395-409.

Monta Tadkeaw and Jongwat Cheewakul. (2025). Analysis Of Exposure Index And Deviation Index In Aec Mode For Radiographic Image Quality Improvement At Thung Song Hospital.

Modern Academic Development and Promotion Journal, 3(4), 395-409.;

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

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

พารามิเตอร์การถ่ายภาพ (kVp และ mAs) 3) กำหนดแนวทางการตั้งค่าพารามิเตอร์ของระบบ AEC ให้เหมาะสม เพื่อให้ได้คุณภาพของภาพรังสีที่เสถียรและปลอดภัยต่อผู้ป่วยการศึกษานี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยใช้ภาพจากระบบ PACS รวม 62 ภาพ ซึ่งได้จากการถ่ายภาพทรวงอก (Chest PA) ด้วยโหมด AEC และประเมินร่วมกับค่าที่ได้จากการถ่ายภาพบนหุ่นจำลอง Phantom chest ภาพจากเครื่องเอกซเรย์แต่ละเครื่องมีจำนวน 31 ภาพ ค่าดัชนี EI และ DI ถูกดึงจากระบบ PACS และภาพถูกประเมินคุณภาพโดยรังสีแพทย์ 3 คน ด้วยแบบประเมิน 5-point Likert scale วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติ Independent t-test และ Regression Analysis. ผลการวิจัยพบว่า 1) ค่า EI ของเครื่องทั้งสองไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p = 0.109$) แต่ค่า DI มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.00001$) โดยเครื่อง B มีค่า DI ใกล้ 0 มากที่สุด 2) พบความสัมพันธ์ระดับต่ำระหว่าง EI กับ kVp ($r = 0.227$) และความสัมพันธ์ในระดับอ่อนมากระหว่าง DI กับ mAs ($r = -0.114$) 3) เครื่อง B ที่ตั้งค่า 110 kVp และ 3.56 mAs ให้ค่า DI ใกล้ศูนย์และได้คะแนนคุณภาพภาพสูงสุด สะท้อนถึงการทำงานของระบบ AEC ที่เสถียร ผลการศึกษาชี้ให้เห็นถึงความจำเป็นในการกำหนดค่ามาตรฐาน EI และ DI เฉพาะสำหรับเครื่องเอกซเรย์แต่ละรุ่น เพื่อควบคุมคุณภาพของภาพให้สม่ำเสมอ ลดปริมาณรังสีที่ไม่จำเป็นและเพิ่มความแม่นยำในการวินิจฉัย 3

คำสำคัญ: Exposure Index, Deviation Index, ระบบควบคุมปริมาณรังสีอัตโนมัติ, คุณภาพภาพรังสี, เครื่องเอกซเรย์ดิจิทัล, Phantom Chest, ระบบ PACS

Abstract

This study aimed to 1) Analyze and compare the Exposure Index (EI) and Deviation Index (DI) values obtained from two digital radiography machines using the Automatic Exposure Control (AEC) mode. 2) Investigate the relationship between EI and DI with imaging parameters (kVp and mAs), and 3) Establish optimal parameter settings for the AEC system to ensure consistent image quality and patient safety. This experimental research utilized a total of 62 chest posteroanterior (PA) radiographs acquired in AEC mode, retrieved from the hospital's PACS. The dataset included 31 images from each of the two machines and additional measurements from a Phantom chest model. EI and

DI values were extracted from PACS, and image quality was assessed by three radiologists using a 5-point Likert scale. Data were analyzed using independent t-tests and regression analysis. The results revealed that 1) There was no statistically significant difference in EI values between the two machines ($p = 0.109$), while DI values showed a significant difference ($p < 0.00001$), with Machine B producing DI values closest to zero. 2) A low correlation was observed between EI and kVp ($r = 0.227$), and a very weak negative correlation between DI and mAs ($r = -0.114$). 3) Machine B, operating at 110 kVp and 3.56 mAs, yielded DI values nearest to zero and the highest image quality scores, indicating a more stable AEC performance. These findings highlight the necessity of establishing machine-specific standard values for EI and DI to ensure consistent image quality, reduce unnecessary radiation exposure, and enhance diagnostic accuracy.

Keywords: Exposure Index, Deviation Index, Automatic Exposure Control, Radiographic Image Quality, Digital X-ray Machine, Phantom Chest, PACS

บทนำ

ในยุคปัจจุบัน เทคโนโลยีการถ่ายภาพทางการแพทย์มีความก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะในระบบถ่ายภาพรังสีแบบดิจิทัล ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการวินิจฉัยโรคได้อย่างแม่นยำและปลอดภัย แนวคิด ALARA (As Low As Reasonably Achievable) ได้รับการยอมรับในระดับสากล เพื่อใช้เป็นแนวทางในการลดการได้รับรังสีของผู้ป่วยให้น้อยที่สุดเท่าที่จำเป็น (Prasad et al., 2004) ซึ่งสอดคล้องกับแนวทางขององค์การอนามัยโลก (World Health Organization) และแนวปฏิบัติของ International Commission on Radiological Protection (ICRP, 2019) รวมถึงรายงานจาก American Association of Physicists in Medicine (AAPM, 2018) ที่สนับสนุนการใช้ตัวชี้วัดคุณภาพภาพเพื่อควบคุมปริมาณรังสี (Harrison, et al., 2021)

อย่างไรก็ตาม ปัญหาที่พบในปัจจุบันคือ ความไม่สม่ำเสมอของค่าดัชนี Exposure Index (EI) และ Deviation Index (DI) แม้จะใช้งานผ่านระบบควบคุมรังสีอัตโนมัติ

(Automatic Exposure Control: AEC) เช่นเดียวกัน ส่งผลให้คุณภาพของภาพที่ได้แตกต่างกัน และอาจนำไปสู่การถ่ายภาพซ้ำหรือการวินิจฉัยที่ไม่แม่นยำ (Doyle & Martin, 2006) งานวิจัยหลายชิ้นระบุว่า EI และ DI มีความสัมพันธ์กับพารามิเตอร์การถ่ายภาพ เช่น ค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในการถ่ายภาพรังสี kVp (kilovoltage peak) แรงดันไฟฟ้าสูงสุดที่ใช้ในการสร้างรังสีเอกซ์ และ mAs (milliamperere-seconds) ผลคูณของกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านหลอดรังสีเอกซ์ (mA) และระยะเวลาในการฉายรังสี (วินาที) และสามารถใช้เป็นตัวชี้วัดคุณภาพของภาพได้ หากมีการใช้อย่างเหมาะสม (Seibert & Morin, 2011) ในยุคที่ระบบถ่ายภาพรังสีแบบดิจิทัลถูกนำมาใช้เป็นมาตรฐาน การควบคุมคุณภาพและการจัดการปริมาณรังสีจึงมีความสำคัญมาก (Mothiram, et al., 2013) การตรวจสอบค่าดัชนี Exposure Index (EI) การกำหนดค่าดัชนี Exposure Index (EI) และ Deviation Index (DI) ที่เหมาะสมในการถ่ายภาพรังสีถือเป็นหัวใจสำคัญในการควบคุมปริมาณรังสีและคุณภาพภาพ (ฉวี ฤชาพันธ์ และคณะ, 2024) โดยการใช้ระบบ AEC ร่วมกับการปรับพารามิเตอร์ถ่ายภาพช่วยให้ค่า DI และ EI อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมและลดความเสี่ยงจากการได้รับรังสีเกินจำเป็น

จากการสำรวจเบื้องต้นในโรงพยาบาลทุ่งสง พบว่า เครื่องเอกซเรย์ที่ใช้งานอยู่สองเครื่อง มีการแสดงค่าดัชนี EI และ DI ที่แตกต่างกัน แม้จะใช้โหมด AEC เช่นเดียวกัน ทำให้เกิดข้อสงสัยเกี่ยวกับประสิทธิภาพของ AEC ในแต่ละเครื่อง และผลกระทบต่อคุณภาพของภาพที่ใช้วินิจฉัย ด้วยเหตุนี้จึงมีความจำเป็นในการศึกษาเปรียบเทียบค่าดัชนีดังกล่าวระหว่างเครื่องทั้งสอง เพื่อระบุจุดที่ควรปรับปรุง และพัฒนามาตรฐานการใช้งานที่เหมาะสมในบริบทของโรงพยาบาลระดับทุติยภูมิ

การศึกษานี้จึงมีความสำคัญในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนี EI และ DI กับพารามิเตอร์การถ่ายภาพ และประเมินคุณภาพของภาพรังสีจากเครื่องเอกซเรย์ทั้งสอง เพื่อหาแนวทางที่เหมาะสมในการปรับตั้งค่า AEC ให้ได้ผลลัพธ์ที่มีความสม่ำเสมอมากยิ่งขึ้น อันจะนำไปสู่การลดปริมาณรังสีที่ไม่จำเป็น เพิ่มประสิทธิภาพในการวินิจฉัย และเป็นแนวทางให้โรงพยาบาลอื่นสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ในอนาคต

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อวิเคราะห์และเปรียบเทียบค่า Exposure Index (EI) และ Deviation Index (DI) ที่ได้จากเครื่องเอกซเรย์ดิจิทัลจำนวน 2 เครื่องในโหมด Automatic Exposure Control (AEC)
2. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของค่า EI และ DI กับพารามิเตอร์การถ่ายภาพ ได้แก่ ค่าแรงดันไฟฟ้า (kVp) และมิลลิแอมแปร์วินาที (mAs)
3. เพื่อกำหนดแนวทางการตั้งค่าพารามิเตอร์ของระบบ AEC ให้เหมาะสม เพื่อให้ได้คุณภาพของภาพรังสีที่เสถียรและปลอดภัยต่อผู้ป่วย

การทบทวนวรรณกรรม

Seibert & Morin และคณะ, (2011) ได้เสนอแนวคิดการใช้ Exposure Index (EI) เป็นดัชนีมาตรฐานในระบบรังสีดิจิทัลเพื่อควบคุมปริมาณรังสีที่ใช้ในการถ่ายภาพ โดยแนะนำว่าควรกำหนดค่าอ้างอิงเฉพาะของแต่ละโรงพยาบาลเพื่อความเหมาะสม การใช้ EI ที่เหมาะสมจะช่วยลดความเสี่ยงต่อผู้ป่วยและเพิ่มคุณภาพของภาพ การศึกษานี้มีอิทธิพลต่อการกำหนดนโยบายด้านการควบคุมคุณภาพรังสีในระดับสากล

นิพนธ์ จันทร์ล่ำภู, (2019) ได้ศึกษาเพื่อหาเทคนิคการตั้งค่าปริมาณรังสีที่เหมาะสมสำหรับการสร้างภาพรังสีระบบดิจิทัลในหุ่นจำลองโดยใช้ค่าพารามิเตอร์ที่แตกต่างกัน เช่น kVp และ mAs. ทำการเปรียบเทียบคุณภาพภาพรังสีและค่า Exposure Index (EI), Deviation Index (DI) เพื่อหาค่าที่ให้ภาพเหมาะสมและปลอดภัย ผลการทดลองพบว่าการเลือกใช้ค่าที่เหมาะสมสามารถลดปริมาณรังสีได้โดยไม่กระทบต่อคุณภาพภาพ งานนี้ชี้ให้เห็นถึงแนวทางที่มีประโยชน์ในการปรับเทคนิคให้เหมาะสมสำหรับการใช้งานจริงทางคลินิก

Lewis et และคณะ, (2019) ได้ศึกษาการใช้งาน Exposure Indicator (EI) ในระบบเอกซเรย์ดิจิทัลในแอฟริกาใต้ โดยสำรวจความเข้าใจและการใช้ EI ของนักรังสีเทคนิคในสถานพยาบาล 10 แห่ง ผ่านแบบสอบถาม 213 ชุด ได้ผลตอบกลับ 49.3% พบว่าเพียง 54.3% เข้าใจ EI อย่างถูกต้อง และ 55.7% ใช้งาน EI ได้ถูกต้อง ขณะที่ 33 คนไม่ใช้ EI โดยให้เหตุผลว่าไม่มีเวลา ขาดความเข้าใจ หรือไม่เป็นนโยบายของแผนก ผลสรุปชี้ว่าควรพัฒนาการฝึกอบรมเพื่อเพิ่มความรู้เรื่อง EI เพื่อลดการได้รับรังสีเกินและยึดหลัก ALARA อย่างแท้จริง

Moonkum และคณะ, (2023) ได้ศึกษาการกระจายของรังสีกระเจิงระหว่างการถ่ายภาพทรวงอกด้วยเครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่ โดยใช้ค่าดัชนีรังสีเป็นตัวประเมินคุณภาพและความปลอดภัย พบว่าการปรับพารามิเตอร์ที่เหมาะสมสามารถลดรังสีกระเจิงได้อย่างมีนัยสำคัญ ส่งผลให้คุณภาพภาพดีขึ้นและลดการได้รับรังสีโดยไม่จำเป็น

ประภัสสร ไกรหาญ, (2021) ศึกษาการใช้ค่า EI และ DI ในการถ่ายภาพทรวงอกเด็ก พบว่าเกือบ 60% ของภาพอยู่ในช่วงค่ามาตรฐานที่กำหนด ภาพที่อยู่นอกช่วงมีแนวโน้มถูกถ่ายซ้ำสูงขึ้น ซึ่งเพิ่มรังสีสะสมในเด็ก งานวิจัยนี้สะท้อนให้เห็นถึงความสำคัญของการควบคุมคุณภาพในกลุ่มเปราะบาง

แสงชัย และคณะ, (2024) ได้ศึกษาค่าปริมาณรังสีอ้างอิง (DRLs) จากการถ่ายภาพรังสีวินิจฉัยในโรงพยาบาลสุรินทร์ โดยเก็บข้อมูลจากหลายตำแหน่งรังสีที่ใช้บ่อย เปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานระดับประเทศและนานาชาติ ผลการศึกษาพบว่าค่าปริมาณรังสีส่วนใหญ่ยังอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ บางตำแหน่งมีค่าสูงกว่ามาตรฐาน ซึ่งควรมีการปรับปรุงเทคนิคการถ่ายภาพเพื่อความปลอดภัยของผู้ป่วย

Huda & Abrahams และคณะ, (2015) ได้อธิบายความเชื่อมโยงระหว่างปริมาณรังสีกับความคมชัดของภาพ เอกซเรย์ที่ได้รับรังสีต่ำเกินไปอาจมีสัญญาณรบกวนสูง ส่วนภาพที่ได้รับรังสีสูงจะได้ภาพชัดแต่เพิ่มความเสี่ยง งานนี้เน้นย้ำความสำคัญของการตั้งค่าที่เหมาะสมระหว่างคุณภาพและความปลอดภัย

ICRP Publication 135, (2019) มุ่งเน้นให้คำแนะนำด้านการป้องกันรังสีในระบบเอกซเรย์ดิจิทัล โดยกล่าวถึงแนวทางปรับใช้ Exposure Index (EI), Deviation Index (DI) และ Dose Management อย่างเหมาะสมในงานรังสีวินิจฉัย เน้นหากรอบคลุมถึงความจำเป็นในการพัฒนามาตรฐานสากลและการอบรมบุคลากร ผลสรุปแนะนำให้มีระบบตรวจสอบปริมาณรังสีอย่างต่อเนื่อง เพื่อลดความเสี่ยงและยึดหลัก ALARA เอกสารนี้เป็นแนวทางอ้างอิงสำคัญระดับนานาชาติสำหรับการใช้งานรังสีอย่างปลอดภัย

Seibert และคณะ, (2006) รายงานเลขที่ 93 ของ AAPM เสนอแนวทางตรวจรับและควบคุมคุณภาพระบบรังสีดิจิทัล โดยกำหนดให้ EI และ DI เป็นตัวชี้วัดสำคัญที่ต้องติดตามเป็นประจำ รายงานนี้ยังระบุขั้นตอนการประเมินที่เหมาะสมสำหรับผู้ปฏิบัติงานในโรงพยาบาล

Suwanai Seetasung, (2024) ได้ศึกษาผลของการปรับค่าเทคนิคการถ่ายภาพรังสี (kVp และ mAs) ต่อค่าดัชนีเบี่ยงเบนของปริมาณรังสี (DI) ในการถ่ายภาพทรวงอกระบบดิจิทัล ดำเนินการทดลองกับหุ่นจำลอง โดยปรับค่า kVp และ mAs หลายระดับ ผลพบว่าการเลือก

ค่าที่เหมาะสมสามารถทำให้ค่า DI อยู่ในช่วงที่แนะนำ ช่วยลดความเสี่ยงจากรังสี สรุปว่าแนวทางการปรับเทคนิคมีผลต่อปริมาณรังสีที่ผู้ป่วยได้รับ และควรใช้ DI เป็นตัวกำกับการควบคุมคุณภาพ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องชี้ให้เห็นว่าการใช้ค่าดัชนี Exposure Index (EI) และ Deviation Index (DI) ช่วยควบคุมปริมาณรังสีและรักษาคุณภาพของภาพรังสีได้อย่างมีประสิทธิภาพหลายแหล่งข้อมูลระบุว่าค่าดังกล่าวมักมีความแปรปรวนระหว่างเครื่องเอกซเรย์ แม้ใช้โหมด AEC เช่นเดียวกัน ส่งผลต่อความสม่ำเสมอของภาพและความปลอดภัยของผู้ป่วย โดยเฉพาะในกลุ่มเด็กและผู้ป่วยเปราะบาง การปรับค่าพารามิเตอร์ให้เหมาะสมสามารถลดรังสีกระเจิงและลดการถ่ายภาพซ้ำได้อย่างชัดเจน การศึกษานี้จึงมีความจำเป็นในการวิเคราะห์ EI และ DI เพื่อกำหนดแนวทางปรับตั้งระบบ AEC ให้เหมาะสมกับการใช้งานจริงในโรงพยาบาล

วิธีดำเนินการวิจัย

1. รูปแบบของการวิจัย การศึกษานี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ค่า Exposure Index (EI) และ Deviation Index (DI) ที่ได้จากการถ่ายภาพรังสีในโหมด Automatic Exposure Control (AEC) โดยเปรียบเทียบระหว่างเครื่องเอกซเรย์สองเครื่อง ดังภาพที่ 1 และศึกษาความสัมพันธ์ของค่าดัชนีรังสีกับพารามิเตอร์การถ่ายภาพ (kVp และ mAs) ประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ ผู้ป่วยที่เข้ารับการถ่ายภาพรังสีทรวงอกในโรงพยาบาลทุ่สอง โดยใช้เครื่องเอกซเรย์ดิจิทัลที่มีระบบ AEC ภายในช่วงเวลาที่กำหนดส่วน กลุ่มตัวอย่าง คือ ภาพรังสีจำนวน 62 ภาพ แบ่งเป็นเครื่องละ 31 ภาพ โดยได้มาจากการสุ่มภาพที่เก็บไว้ในระบบ Picture Archiving and Communication System (PACS) ด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยกำหนดเกณฑ์การคัดเลือกให้เฉพาะภาพที่ถ่ายด้วยโหมด AEC และไม่มีข้อผิดพลาดทางเทคนิค

2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ประชากรศึกษา: ประชากรที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ ภาพถ่ายรังสีทรวงอก (Chest PA) ที่ได้จากระบบจัดเก็บและส่งต่อภาพทางการแพทย์ (PACS) ของโรงพยาบาลทุ่สอง จังหวัดนครศรีธรรมราช ซึ่งทำการถ่ายภาพด้วยโหมดควบคุมปริมาณรังสีอัตโนมัติ (Automatic Exposure Control: AEC) และภาพที่ถ่ายจาก Phantom Chest โดยใช้เครื่องเอกซเรย์ดิจิทัล 2 เครื่องที่มีอยู่ในหน่วยงานเดียวกัน

กลุ่มตัวอย่างภาพรังสีที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่างมีจำนวนรวมทั้งสิ้น 62 ภาพ โดยแบ่งออกเป็น

กลุ่มภาพจากเครื่องเอกซเรย์เครื่องที่ 1 จำนวน 31 ภาพ

กลุ่มภาพจากเครื่องเอกซเรย์เครื่องที่ 2 จำนวน 31 ภาพ

ทุกภาพถูกเลือกมาโดยอิงจากคุณสมบัติที่ตรงกับเกณฑ์การคัดเลือก เช่น ใช้โหมด AEC และสามารถดึงข้อมูล Exposure Index (EI), Deviation Index (DI), kVp และ mAs ได้จากระบบ PACS อย่างสมบูรณ์

3. วิธีการได้มาซึ่งกลุ่มตัวอย่าง

ใช้วิธีการคัดเลือกแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive Sampling) โดยมีเกณฑ์การคัดเลือกและคัดออกดังนี้

เกณฑ์การคัดเลือก (Inclusion Criteria) เป็นภาพถ่ายรังสีทรวงอก (Chest PA) ที่ได้จากการถ่ายด้วยโหมด AEC, ภาพต้องถ่ายจากเครื่องเอกซเรย์ดิจิทัล 2 เครื่องที่ศึกษา, ข้อมูลค่าพารามิเตอร์ EI, DI, kVp และ mAs ต้องครบถ้วน, กรณีสภาพจาก Phantom ต้องเป็นภาพที่ใช้ phantom chest มาตรฐาน และตั้งค่าท่าถ่ายภาพเหมือนกับการถ่ายผู้ป่วยจริง

เกณฑ์การคัดออก (Exclusion Criteria) ภาพที่มีสัญญาณรบกวนหรือ artefacts มากจนรบกวนการประเมิน, ภาพที่ไม่ได้ถ่ายด้วยโหมด AEC หรือใช้โหมดอื่นโดยไม่ได้ระบุไว้ชัดเจน, ภาพที่ไม่มีข้อมูลพารามิเตอร์ที่ต้องการ เช่น ขาดค่า EI หรือ DI, ภาพที่ระบบ PACS ไม่สามารถดึงออกมาในรูปแบบ DICOM ได้สมบูรณ์

4. การสร้างเครื่องมือและตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ

4.1 เครื่องมือหลักในการศึกษา ได้แก่ เครื่องเอกซเรย์ดิจิทัล 2 เครื่อง ที่ผ่านการสอบเทียบประจำปีโดยกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ และได้รับการบำรุงรักษาตามคู่มือการใช้งาน

4.2 Phantom Chest (ขนาดเทียบเท่าผู้ใหญ่) ใช้สำหรับการถ่ายภาพเพื่อการควบคุมตัวแปร

4.3 ระบบ PACS (Picture Archiving and Communication System) สำหรับดึงค่าดัชนีรังสี (EI และ DI) และข้อมูลการถ่ายภาพ (kVp, mAs)

การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ ตรวจสอบค่าความเที่ยงตรงของ kVp และ mAs ของเครื่องเอกซเรย์ก่อนเริ่มเก็บข้อมูล โดย Phantom ถูกวางท่าให้เหมือนท่ามาตรฐาน Chest PA โดยมีการกำหนดระยะห่าง FFD เท่ากับกรณีจริง คือ 180 เซนติเมตร

5. การเก็บรวบรวมข้อมูล ทำการถ่ายภาพรังสีทรวงอก (Chest PA) โดยใช้ Phantom และตั้งค่าระบบ AEC ตามลำดับ ดึงภาพถ่ายจากระบบ PACS โดยไม่เปิดเผยตัวตนผู้ป่วย (de-identified) บันทึกค่าพารามิเตอร์ ได้แก่ kVp, mAs, EI และ DI บันทึกข้อมูลทั้งหมดในตาราง Excel ที่ออกแบบมาเฉพาะสำหรับการวิจัยครั้งนี้

6. การวิเคราะห์ข้อมูล ใช้สถิติพรรณนา (Descriptive Statistics) เพื่อสรุปค่ากลางและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ EI, DI, kVp และ mAs, ใช้ Independent t-test เพื่อเปรียบเทียบค่า EI และ DI ระหว่างเครื่องเอกซเรย์ 2 เครื่อง, ใช้ Regression Analysis (วิเคราะห์การถดถอย) เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่าง EI กับ kVp และ DI กับ mAs โดยวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรตาม (dependent variable) กับ ตัวแปรอิสระ (independent variable) จากสมการ

$$EI = a + b \cdot kVp + \epsilon$$

$$DI = a + b \cdot mAs + \epsilon$$

ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$

เอกสารรับรองการวิจัยในมนุษย์

คณะผู้วิจัยได้ยื่นเอกสารขอรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ รหัสโครงการวิจัย REC.68-256-7-2 โดยคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ Human Research Ethics Committee of Faculty of Medicine Prince of Songkla University

ผลการวิจัย

วัตถุประสงค์ที่ 1 เพื่อวิเคราะห์และเปรียบเทียบค่า Exposure Index (EI) และ Deviation Index (DI) ระหว่างเครื่องเอกซเรย์สองเครื่องที่ใช้งานในโหมด AEC

จากการวิเคราะห์ภาพรังสีทั้งหมด 62 ภาพ พบว่า ค่า EI เฉลี่ยของเครื่อง A และเครื่อง B ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.109$) อย่างไรก็ตาม ค่า DI มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.00001$) โดยเครื่อง B ให้ค่า DI ใกล้ 0 มากกว่า แสดงถึงความเสถียรของระบบ AEC ในการควบคุมปริมาณรังสีได้ดีกว่าเครื่อง A

วัตถุประสงค์ที่ 2 เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่า EI และ DI กับพารามิเตอร์การถ่ายภาพ ได้แก่ kVp และ mAs ผลการวิเคราะห์ด้วย Pearson correlation และ Regression analysis แสดงให้เห็นว่า

- ค่า EI มีความสัมพันธ์ในระดับต่ำกับ kVp ($r = 0.227$) และไม่มีความสัมพันธ์กับ mAs ($r = -0.011$)

- ค่า DI มีความสัมพันธ์ระดับอ่อนมากกับ kVp ($r = 0.068$) และมีความสัมพันธ์ทางลบในระดับต่ำกับ mAs ($r = -0.114$)

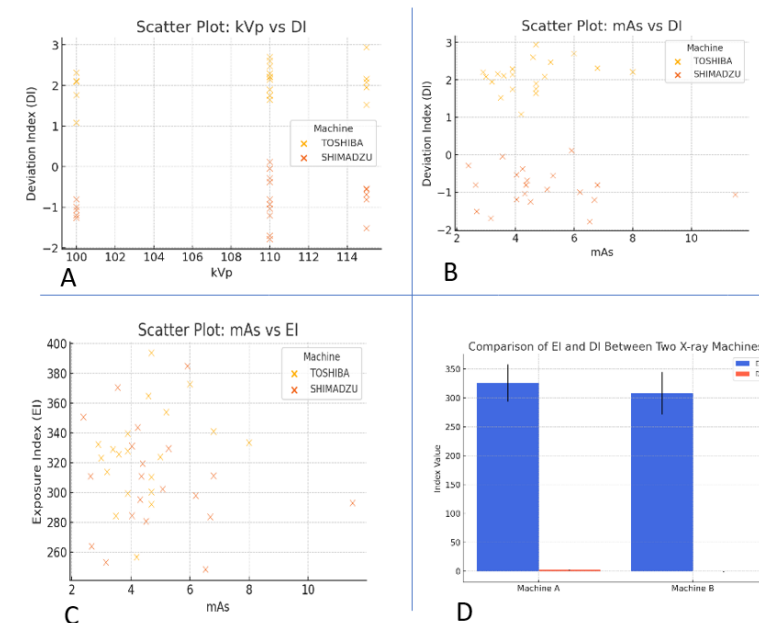
ข้อมูลข้างต้นชี้ให้เห็นว่าค่าพารามิเตอร์ทางเทคนิค โดยเฉพาะ mAs มีผลต่อ DI มากกว่า EI เล็กน้อย แต่โดยรวมแล้ว ความสัมพันธ์ยังอยู่ในระดับต่ำถึงต่ำมาก

วัตถุประสงค์ที่ 3 เพื่อกำหนดแนวทางในการปรับตั้งค่าพารามิเตอร์ของระบบ AEC ให้เหมาะสม เพื่อให้ได้คุณภาพภาพถ่ายรังสีที่มีความเสถียรและปลอดภัยต่อผู้ป่วย

จากข้อมูลที่พบ ค่า DI ของเครื่อง B มีความใกล้เคียงศูนย์มากที่สุดที่การตั้งค่า 110 kVp และ 3.56 mAs ซึ่งสะท้อนว่าเป็นค่าที่ระบบ AEC ควบคุมปริมาณรังสีได้เหมาะสมและให้คุณภาพของภาพที่ดีที่สุด โดยมีค่าคะแนนประเมินภาพรังสีเฉลี่ยสูงที่สุดในกลุ่มนี้ การศึกษานี้จึงเสนอให้ใช้ค่าพารามิเตอร์ดังกล่าวเป็นแนวทางมาตรฐานเบื้องต้นในการตั้งค่า AEC ของเครื่อง X-ray รุ่นเดียวกันในโรงพยาบาล เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการถ่ายภาพ ลดการถ่ายภาพซ้ำ และลดรังสีส่วนเกินที่ผู้ป่วยอาจได้รับโดยไม่จำเป็น



ภาพที่ 1 เครื่องเอกซเรย์ทั่วไปสองเครื่องที่ใช้ในงานวิจัย



ภาพที่ 2 A. Comparison of Deviation Index (DI) Across kVp Settings Between Two X-ray Machines, B. Comparison of Deviation Index (DI) Across mAs Settings Between Two X-ray Machines, C. Comparison of Exposure Index (EI) Across mAs Settings Between Two X-ray Machines, D. Mean EI and DI Values With Standard Deviation for Two X-ray Machines

อภิปรายผล

วัตถุประสงค์ที่ 1 เพื่อวิเคราะห์และเปรียบเทียบค่า Exposure Index (EI) และ Deviation Index (DI) ที่ได้จากเครื่องเอกซเรย์ดิจิทัลจำนวน 2 เครื่องในโหมด AEC จากผลการวิจัยพบว่า ค่า EI ระหว่างเครื่อง A และ B ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p = 0.109$) แต่ค่า DI มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.00001$) โดยเครื่อง B ให้ค่า DI ใกล้ 0 มากที่สุด สะท้อนถึงความเสถียรของระบบ AEC ในเครื่อง B ที่ควบคุมปริมาณรังสีได้ใกล้เคียงเป้าหมายมากกว่า สอดคล้องกับงานวิจัยของ (Seibert และ Morin, 2011) ซึ่งเสนอว่าค่า DI ใกล้ 0 แสดงถึงการใช้รังสีในระดับที่เหมาะสม และควรใช้เป็นตัวชี้วัดคุณภาพระบบ AEC

วัตถุประสงค์ที่ 2 เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของค่า EI และ DI กับพารามิเตอร์การถ่ายภาพ (kVp และ mAs) พบความสัมพันธ์ระดับต่ำระหว่าง EI กับ kVp ($r = 0.227$) และความสัมพันธ์อ่อนมากระหว่าง DI กับ mAs ($r = -0.114$) แสดงว่าแม้พารามิเตอร์ kVp และ mAs จะมีผลต่อค่า EI และ DI แต่ไม่ใช่ตัวแปรหลักที่ควบคุมได้โดยตรงในโหมด AEC การเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์เหล่านี้อาจมีผลต่อคุณภาพภาพและปริมาณรังสี แต่มีอิทธิพลเพียงเล็กน้อยในระบบที่ควบคุมโดย AEC สอดคล้องกับงานวิจัยของ (Lewis และคณะ, 2019) ที่เน้นถึงความสำคัญของการเข้าใจและปรับพารามิเตอร์ที่มีผลต่อ EI/DI

วัตถุประสงค์ที่ 3 เพื่อกำหนดแนวทางการตั้งค่าพารามิเตอร์ของระบบ AEC ให้เหมาะสม เพื่อให้ได้คุณภาพของภาพรังสีที่เสถียรและปลอดภัยต่อผู้ป่วย จากการศึกษ พบว่าการตั้งค่า 110 kVp และ 3.56 mAs บนเครื่อง B ให้ค่า DI ใกล้ 0 และได้คะแนนคุณภาพภาพสูงสุด สะท้อนถึงความเหมาะสมในการปรับ AEC ที่สมดุลทั้งปริมาณรังสีและคุณภาพภาพ แนวทางนี้สามารถใช้เป็นจุดตั้งต้นในการกำหนดค่ามาตรฐานเฉพาะแต่ละเครื่องในสถานพยาบาล สอดคล้องกับงานวิจัยของ (Huda และ Abrahams, 2015) ที่เน้นเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพภาพและความปลอดภัยจากรังสี

สรุป/ข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้สรุปได้ว่า เครื่องเอกซเรย์ดิจิทัลที่ใช้งานโหมด AEC แม้จะมีค่า Exposure Index (EI) ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่ค่า Deviation Index (DI) มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ โดยเครื่องที่มีค่า DI ใกล้ศูนย์มากกว่าให้คุณภาพของภาพรังสีที่เสถียรและเหมาะสมกว่า นอกจากนี้ยังพบว่าค่าพารามิเตอร์ kVp และ mAs มีความสัมพันธ์กับค่า EI และ DI ในระดับต่ำ อย่างไรก็ตาม การตั้งค่า 110 kVp และ 3.56 mAs ให้ค่า DI ใกล้ศูนย์และให้คุณภาพภาพสูงสุด จึงสามารถใช้เป็นแนวทางเบื้องต้นในการปรับตั้งระบบ AEC เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ ลดปริมาณรังสีเกิน และลดการถ่ายภาพซ้ำ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย ควรกำหนดนโยบายระดับโรงพยาบาลให้มีการตรวจสอบและควบคุมค่า EI และ DI อย่างสม่ำเสมอ เพื่อรักษาคุณภาพของภาพและความปลอดภัยของผู้ป่วย โดยใช้เกณฑ์ DI ใกล้ศูนย์เป็นเป้าหมายกลาง

1.2 ข้อเสนอแนะเชิงปฏิบัติการ หน่วยงานรังสีควรจัดทำคู่มือแนวทางการปรับตั้งค่าพารามิเตอร์ของระบบ AEC โดยอ้างอิงจากค่าที่ให้คุณภาพดีที่สุดตามผลการวิจัย และอบรมบุคลากรให้เข้าใจการตีความค่า EI และ DI อย่างถูกต้อง

1.3 ข้อเสนอแนะด้านการพัฒนาคุณภาพ ควรส่งเสริมให้มีระบบติดตามคุณภาพภาพรังสีแบบรอบทิศทาง (ภาพ-ค่าดัชนี-ความเห็นแพทย์) เพื่อลดความคลาดเคลื่อนจากระบบ AEC และเพื่อปรับปรุงบริการอย่างเป็นระบบและยั่งยืน

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

จากประเด็นที่ค้นพบในการศึกษานี้ พบว่าค่า EI และ DI ยังได้รับผลกระทบจากปัจจัยอื่นที่ไม่ใช่เพียง kVp และ mAs เช่น ประเภทของอวัยวะที่ถ่าย ภาวะทางคลินิกของผู้ป่วย และชนิดของ detector ดังนั้นควรมีการศึกษาวิจัยต่อยอดโดยควบคุมตัวแปรเพิ่มเติม รวมถึงทดลองกับอวัยวะอื่นหรือในกลุ่มผู้ป่วยเฉพาะ เช่น เด็ก หรือผู้สูงอายุ เพื่อนำไปสู่การพัฒนาแนวทาง AEC ที่แม่นยำและครอบคลุมยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- Prasad, K. N., Cole, W. C., & Haase, G. M. (2004). Radiation protection in humans: extending the concept of as low as reasonably achievable (ALARA) from dose to biological damage. *The British journal of radiology*, 77(914), 97-99.
- Harrison, J. D., Balonov, M., Bochud, F., Martin, C., Menzel, H. G., Ortiz-Lopez, P., Wakeford, R. (2021). ICRP publication 147: use of dose quantities in radiological protection. *Annals of the ICRP*, 50(1), 9-82.
- Doyle, P., & Martin, C. J. (2006). Calibrating automatic exposure control devices for digital radiography. *Physics in Medicine & Biology*, 51(21), 5475.
- Seibert, J. A., & Morin, R. L. (2011). The standardized exposure index for digital radiography: an opportunity for optimization of radiation dose to the pediatric population. *Pediatric radiology*, 41, 573-581.

- Mothiram, U., Brennan, P. C., Robinson, J., Lewis, S. J., & Moran, B. (2013). Retrospective evaluation of exposure index (EI) values from plain radiographs reveals important considerations for quality improvement. *Journal of medical radiation sciences*, 60(4), 115-122.
- Luechabhun, C., Prasertdumrongchai, S., Pukleeb, B., Suwanpradit, P., & Apipunyasopon, L. (2024). Optimization of exposure techniques for lumbosacral spine radiographic examination: a phantom study. *The Thai Journal of Radiological Technology*, 49(1), 103-109.
- Chanlumpoo, N. (2019). การตั้งค่าเทคนิคการให้ปริมาณรังสีที่เหมาะสมสำหรับการสร้างภาพรังสีระบบดิจิทัลในหุ่นจำลอง. *Thammasat University Hospital Journal Online*, 4(1), 14-30.
- Lewis, S., Pieterse, T., & Lawrence, H. (2019). Evaluating the use of exposure indicators in digital x-ray imaging system: Gauteng South Africa. *Radiography*, 25(3), e58-e62.
- 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.
- ประภัสสร ไกรหาญ. (2021). การประเมินค่าดัชนีชี้วัดปริมาณรังสี (Exposure index: EI, Deviation index: DI) ในการถ่ายภาพทรวงอก เด็ก อายุ 0-12 ปี โรงพยาบาลสิรินธร จังหวัดขอนแก่น. *วารสารสิ่งแวดล้อมศึกษาการแพทย์และสุขภาพ*, 6(4), 18-27.
- แสงชัย สมนาค, กฤษณา ร้อยศรี, และรังสี ทรงประโคน. (2024). ค่าปริมาณรังสีอ้างอิงสำหรับการถ่ายภาพรังสีวินิจฉัยทางการแพทย์ในโรงพยาบาลสุรินทร์. *วารสารการแพทย์โรงพยาบาลศรีสะเกษ สุรินทร์ บุรีรัมย์*, 39(1), 163-173.
- Huda, W., & Abrahams, R. B. (2015). X-ray-based medical imaging and resolution. *American Journal of Roentgenology*, 204(4), W393-W397.
- International Commission on Radiological Protection. (2019). *Radiological protection in digital radiology (ICRP Publication 135)*. ICRP.

- Seibert, J. A., Bogucki, T., Ciona, T., Huda, W., Karellas, A., Mercier, J., Samei, E., Shepard, J., Stewart, B., Strauss, K., Suleiman, O., Tucker, D., Uzenoff, R., Weiser, J., & Willis, C. (2006). *Acceptance Testing and Quality Control of Photostimulable Storage Phosphor Imaging Systems*. AAPM.
- Seetasung, S. (2024). ผลของการปรับค่าเทคนิคการถ่ายภาพรังสีต่อค่าดัชนีเบี่ยงเบนของปริมาณรังสีและค่าปริมาณรังสีอ้างอิงจากภาพถ่ายรังสีทรวงอกแบบดิจิทัลในโรงพยาบาลสมเด็จพระยุพราช หล่มเก่า. *The Thai Journal of Radiological Technology*, 49(1), 110-120