The Thai Journal of Radiological Technology

Journal homepage: https://he02.tci-thaijo.org/index.php/tjrt

TSRT THE THAI SOCIETY OF RADIOLOGICAL TECHNOLOGIST

Original ***Article***

เทคนิคการให้รังสีที่เหมาะสมสำหรับการถ่ายภาพเอกซเรย์กระดูกสันหลังส่วนเอว: การศึกษาในหุ่นจำลอง

Optimization of exposure techniques for lumbosacral spine radiographic examination: a phantom study

ฉวี ฤชาพันธ์[1] • ศุภักษร ประเสริฐดำรงชัย[1] • บุษรินทร์ ภู่กลีบ[1] • เพ็ชรลีย์ สุวรรณประดิษฐ์[1] • ลัคนา อภิปัญญาโสภณ[2*]

[1]สาขารังสีวินิจฉัย ฝ่ายรังสีวิทยา โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ สภากาชาดไทย กรุงเทพมหานคร ประเทศไทย 10330

[2]ภาควิชารังสีเทคนิคและฟิสิกส์ทางการแพทย์ คณะสหเวชศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร ประเทศไทย 10330

Chawee Luechabhun[1] • Supaksorn Prasertdumrongchai[1] • Bussarin Pukleeb[1] • Petcharleeya Suwanpradit[1] Lukkana Apipunyasopon[2*]

[1]Division of Diagnostic Radiology, Department of Radiology, King Chulalongkorn Memorial Hospital, Thai Red Cross Society, Bangkok, Thailand, 10330

[2]Department of Radiological Technology and Medical Physics, Faculty of Allied Health Sciences, Chulalongkorn University, Bangkok, Thailand, 10330

ผู้รับผิดชอบบทความ: ลัคนา อภิปัญญาโสภณ | Corresponding author: Lukkana Apipunyasopon (l.apipanyasopon@gmail.com)

Received: 15 August 2024 | Revised: 23 December 2024 | Accepted: 24 December 2024

Thai J Rad Tech 2024;49(1):103-109

บทคัดย่อ

บทนำ: การถ่ายภาพเอกซเรย์กระดูกสันหลังส่วนเอว เป็นหนึ่งในการถ่ายภาพประจำในผู้ป่วย โดยปริมาณรังสีที่ผู้ป่วยได้รับจากการถ่ายภาพมีค่าสูงกว่าการถ่ายภาพเอกซเรย์บริเวณอื่น ดังนั้นการกำหนดเทคนิคในการให้รังสีที่เหมาะสม โดยพิจารณาค่าปริมาณรังสีที่ได้รับร่วมกับคุณภาพของภาพจึงเป็นสิ่งสำคัญ **วัตถุประสงค์การศึกษา:** เพื่อหาค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมในการถ่ายภาพเอกซเรย์กระดูกสันหลังส่วนเอว โดยการประเมินปริมาณรังสีและคุณภาพของภาพตามโปรโตคอลประจำและโปรโตคอลปรับค่าใหม่ ณ ฝ่ายรังสีวิทยา โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ สภากาชาดไทย **วิธีการศึกษา:** ถ่ายภาพเอกซเรย์กระดูกสันหลังส่วนเอว หุ่นจำลองร่างกายมนุษย์ ยี่ห้อ Kyoto Kagaku รุ่น PBU-60 ด้วยเครื่องเอกซเรย์ทั่วไประบบดิจิทัล ยี่ห้อ Philips รุ่น Digital Diagnost ร่วมกับอุปกรณ์รับภาพแบบดิจิทัลตามโปรโตคอลที่กำหนด ในทิศทางลำรังสีเข้าทางด้านหน้าและทางด้านข้าง บันทึกค่าปริมาณรังสีต่อพื้นที่ ค่าดัชนีชี้วัดปริมาณรังสี ค่าดัชนีชี้วัดความเบี่ยงเบนของปริมาณรังสีที่อุปกรณ์รับภาพได้รับ และประเมินคุณภาพของภาพรังสีโดยนักรังสีเทคนิคที่มีประสบการณ์จำนวน 3 คน **ผลการศึกษา:** การถ่ายภาพเอกซเรย์กระดูกสันหลังส่วนเอว ในทิศทางลำรังสีเข้าทางด้านหน้าด้วยการกำหนดค่าศักย์ไฟฟ้าที่ 66 กิโลโวลต์พีค และการเพิ่มความหนาแผ่นกรองรังสีที่ 0.2 มิลลิเมตรทองแดง + 1 มิลลิเมตรอลูมิเนียม ร่วมกับการใช้ระบบตัดรังสีอัตโนมัติ ให้ค่าดัชนีชี้วัดความเบี่ยงเบนของปริมาณรังสีที่อุปกรณ์รับภาพได้รับและค่าปริมาณรังสีต่อพื้นที่ที่เหมาะสมโดยมีคะแนนประเมินคุณภาพดีที่สุด ขณะที่ในทิศทางลำรังสีเข้าทางด้านข้างการกำหนดค่าศักย์ไฟฟ้าที่ 90 กิโลโวลต์พีค และการเพิ่มความหนาแผ่นกรองรังสีที่ 0.2 มิลลิเมตรทองแดง + 1 มิลลิเมตรอลูมิเนียม ร่วมกับการใช้ระบบตัดรังสีอัตโนมัติ ให้ค่าดัชนีชี้วัดความเบี่ยงเบนของปริมาณรังสีที่อุปกรณ์รับภาพได้รับ ค่าปริมาณรังสีต่อพื้นที่ และภาพถ่ายรังสีที่มีคุณภาพ **สรุปผลการศึกษา:** การใช้ระบบตัดรังสีอัตโนมัติ ร่วมกับการเพิ่มความหนาแผ่นกรองรังสีในการถ่ายภาพเอกซเรย์กระดูกสันหลังส่วนเอว ทั้งในทิศทางลำรังสีเข้าทางด้านหน้าและทางด้านข้าง ช่วยลดปริมาณรังสีในการถ่ายภาพ และได้ภาพถ่ายรังสีที่มีคุณภาพเหมาะสม

คำสำคัญ: เทคนิคการให้รังสี, หุ่นจำลองร่างกายมนุษย์, ปริมาณรังสีต่อพื้นที่, ดัชนีชี้วัดปริมาณรังสี

Abstract

Background: X-ray imaging of the Lumbosacral spine (LS-spine) is a routine procedure in patients. The patient dose received from this examination is higher than that of X-rays taken in other areas. Therefore, it is essential to determine the appropriate exposure technique by considering both the radiation dose received and the image quality. **Objective:** The aim of this study was to identify the optimal parameters for LS-spine X-ray imaging, the radiation dose and image quality should be evaluated based on routine and modified protocols at King Chulalongkorn Memorial Hospital. **Methods:** A digital X-ray system (Digital Diagnost, Philips) with an image receptor and the human-like phantom (PBU-60, Kyoto Kagaku) were used. Both LS-spine anteroposterior (AP) and lateral projections were performed using both routine and modified protocols. The kerma area product (KAP), exposure index (EI), and deviation index (DI) were recorded simultaneously. The qualitative image quality was scored by three experienced radiographers. **Results:** LS-spine X-ray imaging in the AP projection with an applied voltage of 66 kVp and an increased filter thickness of 0.2 mmCu +1 mmAl, along with the use of the AEC system, provides appropriate DI and KAP values and yields the highest quality assessment scores. In the lateral projection, using 66 kVp and a filter thickness of 0.2 mmCu +1 mmAl along with the AEC system, yields appropriate DI and KAP values and results in satisfactory image quality. **Conclusion:** Using the AEC system combined with increased filter thickness for LS-spine X-ray imaging in both AP and lateral projections helps to reduce the radiation dose while providing images of appropriate quality.

Keywords: Exposure technique, anthropomorphic phantom, kerma area product, exposure index

บทนำ

ภาพถ่ายทางรังสีวิทยาถูกนำมาใช้ประโยชน์ทางการแพทย์อย่างแพร่หลาย การสร้างภาพทางรังสีอาศัยคุณสมบัติของรังสีเอกซ์ ซึ่งเป็นรังสีชนิดก่อให้เกิดไอออน (Ionizing radiation) มีคุณสมบัติเมื่อผ่านเนื้อเยื่อที่ความหนาแน่นต่างกัน จะเกิดการลดทอนความเข้มของรังสีเอกซ์ต่างกัน โดยปริมาณรังสีส่วนหนึ่งถูกดูดกลืนโดยเนื้อเยื่อ ส่วนหนึ่งทะลุผ่านตกกระทบอุปกรณ์รับภาพ (Image receptor) และส่วนหนึ่งกลายเป็นรังสีกระเจิง (Scatter radiation) ตกกระทบอุปกรณ์รับภาพหรือออกจากพื้นที่สนใจ ก่อให้เกิดเป็นภาพถ่ายทางรังสีที่เป็นประโยชน์ต่อการตรวจหาความผิดปกติของร่างกายและนำไปสู่การหาวิธีการรักษา เนื่องด้วยรังสีที่ตกกระทบและทำอันตรกิริยาต่อเนื้อเยื่อและอวัยวะภายในร่างกายจะเหนี่ยวนำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในระดับเซลล์ และเกิดการตายของเซลล์ที่ไม่สามารถซ่อมแซมความเสียหายเพื่อคืนสู่สภาวะปกติได้ แม้การสร้างภาพรังสีด้วยเครื่องเอกซเรย์ทั่วไป ผู้เข้ารับบริการจะได้รับปริมาณรังสีจากการตรวจน้อยกว่าเครื่องมือทางรังสีอื่น อย่างไรก็ตามหากเกิดความผิดพลาดในการถ่ายภาพเอกซเรย์ที่ทำให้เกิดการปฏิเสธภาพ หรือมีการถ่ายภาพเอกซเรย์ซ้ำ จะส่งผลให้ผู้ป่วยได้รับปริมาณรังสีเกินจำเป็น[1]

โดยทั่วไปผู้ป่วยจะได้รับปริมาณรังสีจากการถ่ายภาพเอกซเรย์กระดูกสันหลังส่วนเอว (Lumbosacral spine; LS-spine) สูงกว่าจากการถ่ายภาพบริเวณทรวงอก (Chest)[2,3] ดังนั้นการพิจารณาปริมาณรังสีที่ผู้ป่วยได้รับจากการถ่ายภาพร่วมกับคุณภาพของภาพจึงเป็นสิ่งสำคัญ ซึ่งนักรังสีเทคนิคสามารถทำได้โดยการกำหนดปัจจัยหลักที่สำคัญในการควบคุมปริมาณรังสี ได้แก่ ค่าศักย์ไฟฟ้า (Kilovoltage peak; kVp) ค่ากระแสไฟฟ้าและเวลา (Milliampere-second; mAs) เป็นต้น[4,5] จากการศึกษาของ Gyan E และคณะ[6] ทำการถ่ายภาพเอกซเรย์ร่วมกับอุปกรณ์รับภาพดิจิทัลแบบ Computed radiography (CR) ในหุ่นจำลองบริเวณ LS-spine ในท่านอนหงายและให้ทิศทางลำรังสีเข้าทางด้านหน้า (Anteroposterior projection; AP projection) ร่วมกับการปรับค่า kVp และ mAs ประเมินปริมาณรังสีดูดกลืนที่ผิว (Entrance skin dose; ESD) และคุณภาพของภาพ เพื่อหาเทคนิคการตั้งค่าพารามิเตอร์ในการถ่ายภาพเอกซเรย์ที่เหมาะสม ผลการศึกษาพบว่าค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมในการถ่ายภาพ AP LS-spine ในหุ่นจำลองดังกล่าวคือ 70 kVp และ 22 mAs โดยคะแนนคุณภาพของภาพเพิ่มขึ้นเมื่อค่า ESD เพิ่มขึ้น แต่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของคะแนนเชิงคุณภาพระหว่างภาพถ่ายรังสีที่มีค่า ESD เท่ากับ 1.941 และ 4.882 mGy

นอกจากปัจจัยหลักในการถ่ายภาพเอกซเรย์ การใช้ระบบตัดรังสีอัตโนมัติ (Automatic exposure control; AEC) การใช้แผ่นกรองรังสี (Filter) การเปิดคอลลิเมเตอร์ (Collimator) การ

กำหนดระยะโฟกัสถึงอุปกรณ์รับภาพ (Focus-to-image receptor distance; FID) และระยะวัตถุถึงอุปกรณ์รับภาพ (Object-to-image receptor distance; OID) ความหนาของผู้ป่วย และการจัดตำแหน่งในการถ่ายภาพ เป็นต้น[7] นับเป็นปัจจัยรองที่มีความสำคัญในการถ่ายภาพเอกซเรย์ จากการศึกษาของ Zer Hau Lai และคณะ[8] ทำการถ่ายภาพเอกซเรย์ร่วมด้วยอุปกรณ์รับภาพดิจิทัลแบบ Digital radiography (DR) ในหุ่นจำลองบริเวณ LS-spine ในท่ายืนและให้ทิศทางลำรังสีเข้าทางด้านข้าง (Lateral projection) ร่วมกับการปรับระยะ FID, kVp, mAs และการเพิ่มแผ่นกรองรังสีทำจากทองแดง (Copper; Cu) ประเมินปริมาณรังสียังผล (Effective dose; ED) และคุณภาพของภาพ ผลการศึกษาพบว่าค่าพารามิเตอร์ที่ให้ค่า ED ต่ำสุดคือ 95 kVp, 4.5 mAs, 0.3 mmCu ที่ FID 150 cm โดยภาพเอกซเรย์ดังกล่าวยังสามารถจำแนกโครงสร้างทางกายวิภาคที่เกี่ยวข้องได้ทั้งหมด

เนื่องด้วยการถ่ายภาพเอกซเรย์บริเวณ Lumbosacral spine (LS-spine) เป็นการถ่ายภาพประจำสำหรับประเมินภาวะต่างๆ เช่น การบาดเจ็บ (Trauma) การเปลี่ยนแปลงเนื่องจากภาวะเสื่อมสภาพ (Degenerative) และอาการทางระบบประสาท (Neurological symptoms) เป็นต้น[6] ดังนั้นการกำหนดค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมเพื่อได้ภาพที่มีคุณภาพเพียงพอต่อการวินิจฉัยโรคและผู้ป่วยได้รับปริมาณรังสีเท่าที่จำเป็นจึงเป็นสิ่งสำคัญ คณะผู้วิจัยจึงมีความสนใจหาค่าพารามิเตอร์ในการถ่ายภาพเอกซเรย์ LS-spine ที่เหมาะสม โดยการประเมินปริมาณรังสีและคุณภาพของภาพจากการศึกษาในหุ่นจำลองเสมือนร่างกายมนุษย์ด้วยเครื่องเอกซเรย์ระบบดิจิทัลร่วมกับการใช้และไม่ใช้ AEC ตามโปรโตคอลที่ใช้ประจำ และปรับค่าพารามิเตอร์ในการถ่ายภาพเอกซเรย์ใหม่ เพื่อกำหนดเป็นโปรโตคอลประจำในการถ่ายภาพเอกซเรย์ LS-spine ที่ฝ่ายรังสีวิทยา โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ สภากาชาดไทย

วิธีการศึกษา

การศึกษานี้ทำการถ่ายภาพเอกซเรย์ LS-spine ในหุ่นจำลองเสมือนร่างกายมนุษย์ ยี่ห้อ Kyoto Kagaku รุ่น PBU-60 ประเทศญี่ปุ่น ที่มีส่วนประกอบและคุณสมบัติในการดูดกลืนรังสีเทียบเท่าเนื้อเยื่อมนุษย์[9] ด้วยเครื่องเอกซเรย์ทั่วไประบบดิจิทัล ยี่ห้อ Philips รุ่น Digital Diagnost ร่วมกับอุปกรณ์รับภาพ ยี่ห้อ Trixell รุ่น Pixium5500 ถ่ายภาพเอกซเรย์ร่วมกับระบบ AEC เฉพาะที่ตำแหน่งกึ่งกลาง และที่ไม่ใช้ระบบ AEC ด้วยโปรโตคอลประจำและโปรโตคอลที่กำหนด ในท่านอนหงายโดยให้ลำรังสีแบบ Anteroposterior projection (AP projection) และในท่านอนตะแคงโดยให้ลำรังสีแบบ Lateral projection ดังตารางที่ 1 และ 2 ตามลำดับ กำหนดระยะห่างจากต้นกำเนิดรังสีถึงแผ่นรับภาพ (Source-to-image receptor distance; SID) เท่ากับ 110 cm พื้นที่รังสีเท่ากับ 24x43 cm^2 เลือกใช้ขนาดจุดโฟกัสใหญ่ (Large focal spot size) อุปกรณ์ตัดรังสีกระเจิงแบบโฟกัสกริด (Focus grid) ที่มีความถี่เส้นกริด 10 เส้นต่อเซนติเมตร และอัตราส่วนเส้นกริด 12:1 โดยมีและไม่มีการเพิ่มแผ่นกรองรังสี (Added filtration) ณ ฝ่ายรังสีวิทยา โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ สภากาชาดไทย บันทึกค่าปริมาณรังสีต่อพื้นที่ (Kerma area product; KAP) ค่าดัชนีชี้วัดปริมาณรังสี (Exposure index; EI) และค่าดัชนีชี้วัดความเบี่ยงเบนของปริมาณรังสีที่อุปกรณ์รับภาพได้รับ (Deviation index; DI) ในแต่ละโปรโตคอลของการถ่ายภาพ จำนวน 3 ครั้ง โดยมีค่าดัชนีชี้วัดปริมาณรังสีที่เป้าหมาย (Target exposure index; EI_T) เท่ากับ 250

ภาพเอกซเรย์ LS-spine ในท่านอนหงายและให้ลำรังสีแบบ AP projection และในท่านอนตะแคงและให้ลำรังสีแบบ Lateral projection จำนวนทั้งสิ้น 45 ภาพ จะถูกจัดเรียงแบบสุ่มและได้รับการประเมินคุณภาพของภาพ (Image quality; IQ) จากภาพต้นฉบับโดยไม่มีการปรับภาพภายหลังด้วยโปรแกรมเพิ่มเติมบนจอแสดงผลทางการแพทย์ ยี่ห้อ Barco ที่ความละเอียดของจอภาพ 3 เมกะพิกเซล โดยนักรังสีเทคนิคที่มีประสบการณ์ทำงานอย่างน้อย 3 ปี จำนวน 3 คน ตามเกณฑ์พิจารณาเชิงคุณภาพที่นำเสนอโดย European commission ตามเกณฑ์กำหนด European guidelines on quality criteria for diagnostic radiographic images (EUR16260)[10] ดังตารางที่ 3 และ 4 โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนน 3 ระดับ ดังนี้ 1 คะแนน หมายถึงผู้ประเมินสามารถมองเห็นได้ในทุกส่วน 0.5 คะแนน หมายถึงสามารถมองเห็นได้บางส่วน และ 0 คะแนน หมายถึงไม่สามารถมองเห็นได้

ตารางที่ 1 โปรโตคอลที่ใช้ถ่ายภาพเอกซเรย์ LS-spine ในท่านอนหงายและให้ลำรังสีแบบ AP projection ร่วมกับระบบ AEC

Protocol	Exposure technical parameters				
	kVp	mAs	Filter	AEC	Thickness (cm)
1 (Default)	77	11.8	No	Center	21
2	77	15.5	0.1 mmCU + 1 mmAl	Center	21
3	77	18.2	0.2 mmCU + 1 mmAl	Center	21
4	90	5.1	No	Center	21
5	90	6.5	0.1 mmCU + 1 mmAl	Center	21
6	90	7.5	0.2 mmCU + 1 mmAl	Center	21
7	66	28.6	No	Center	21
8	66	40.0	0.1 mmCU + 1 mmAl	Center	21
9	66	49.9	0.2 mmCU + 1 mmAl	Center	21

ตารางที่ 2 โปรโตคอลที่ใช้ถ่ายภาพเอกซเรย์ LS-spine ในท่านอนตะแคงและให้ลำรังสีแบบ Lateral projection ร่วมกับระบบ AEC และไม่ใช้ระบบ AEC

Protocol	Exposure technical parameters				
	kVp	mAs	Filter	AEC	Thickness (cm)
1 (Default)	80	45	No	No	30
2 (Default)	90	49.2	No	Center	30
3	90	27.0	No	Center	30
4	90	33.5	0.1 mmCU + 1 mmAl	Center	30
5	90	38.1	0.2 mmCU + 1 mmAl	Center	30
6	70	106.6	No	Center	30

ตารางที่ 3 เกณฑ์การประเมินคุณภาพของภาพเอกซเรย์ LS-spine ในท่านอนหงายและให้ลำรังสีแบบ AP projection

No	Evaluation criteria	Scoring scale
1	Visually sharp reproduction of the upper and lower-plate surfaces, represented as lines in the centered beam area	1 = Criterion fulfilled 0.5 = Criterion partly fulfilled
2	Visually sharp reproduction of the pedicles	0 = Criterion not fulfilled
3	Reproduction of the intervertebral joints	
4	Reproduction of the spinous and transverse processes	
5	Visually sharp reproduction of the cortex and trabecular structures	
6	Reproduction of the adjacent soft tissues, particularly the psoas shadows	
7	Reproduction of the sacroiliac joints	
8	Image detail at 3rd lumbar vertebral body: 0.3-0.5 mm in width	

ตารางที่ 4 เกณฑ์การประเมินคุณภาพของภาพเอกซเรย์ LS-spine ในท่านอนตะแคงและให้ลำรังสีแบบ Lateral projection

No	Evaluation criteria	Scoring scale
1	Visually sharp reproduction, as a single line, of the upper and lower-plate surfaces with the resultant visualization of the intervertebral spaces	1 = Criterion fulfilled 0.5 = Criterion partly fulfilled
2	Full superimposition of the posterior vertebral edges	0 = Criterion not fulfilled
3	Reproduction of the pedicles and the intervertebral foramina	
4	Visualization of the spinous processes	
5	Visualization sharp reproduction of the cortex and trabecular structures	
6	Image detail 0.5 mm in width	

ผลการศึกษา

ค่า DI และค่า KAP ที่แสดงบนระบบถ่ายภาพรังสีแบบดิจิทัล จากการถ่ายภาพเอกซเรย์หุ่นจำลองเสมือนร่างกายมนุษย์บริเวณ LS-spine ในท่านอนหงายและให้ลำรังสีแบบ AP projection ร่วมกับระบบตัดรังสีอัตโนมัติ (Automatic exposure control; AEC) ตามโปรโตคอลประจำและโปรโตคอลปรับใหม่ แสดงดังตารางที่ 5 พบว่าค่า DI และค่า KAP จากการถ่ายภาพเอกซเรย์ตามโปรโตคอลประจำเท่ากับ -1.6 และ 60.63 μGy.m^2 ตามลำดับ โดยค่า DI มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อค่า kVp เพิ่มขึ้น ขณะที่การเพิ่มค่า mAs ร่วมกับการเพิ่มความหนาแผ่นกรองรังสีส่งผลให้ค่า KAP ลดลง โดยโปรโตคอลในการถ่ายภาพที่ให้ค่า DI ต่ำสุด และค่า KAP ต่ำสุดคือ โปรโตคอลที่ 9 และโปรโตคอลที่ 6 ตามลำดับ

จากตารางที่ 6 แสดงค่า DI และค่า KAP ที่แสดงบนระบบถ่ายภาพรังสีแบบดิจิทัล จากการถ่ายภาพเอกซเรย์หุ่นจำลองเสมือนร่างกายมนุษย์บริเวณ LS-spine ในท่านอนตะแคงและให้ลำรังสีแบบ Lateral projection ตามโปรโตคอลประจำเมื่อไม่ใช้และใช้ AEC และโปรโตคอลปรับใหม่พบว่าค่า DI จากการถ่ายภาพเอกซเรย์ตามโปรโตคอลประจำเมื่อไม่ใช้และใช้ AEC เท่ากับ -0.6 และ -0.2 ตามลำดับ โดยมีค่า KAP จากการถ่ายภาพเอกซเรย์บริเวณดังกล่าวตามโปรโตคอลประจำเมื่อไม่ใช้และใช้ AEC เท่ากับ 250.00 และ 273.33 μGy.m^2 ตามลำดับ โดยการเพิ่มค่า mAs ร่วมกับการเพิ่มความหนาแผ่นกรองรังสียังคงส่งผลให้ค่า KAP ลดลง ซึ่งโปรโตคอลในการถ่ายภาพที่ให้ค่า DI ต่ำสุด และค่า KAP ต่ำสุดคือ โปรโตคอลที่ 6 และโปรโตคอลที่ 5 ตามลำดับ

ตารางที่ 5 ค่า EI, DI, KAP และคะแนนเฉลี่ยเชิงคุณภาพของภาพเอกซเรย์ LS-spine ในท่านอนหงายและให้ลำรังสีแบบ AP projection ร่วมกับระบบ AEC ในแต่ละโปรโตคอล

Protocol	Exposure technical parameters			Dose evaluation			Mean IQ score ± SD
	kVp	mAs	Filter	EI	DI	KAP (μGy.m^2)	
1 (Default)	77	11.8	No	173	-1.6	60.63	6.72 ± 0.38
2	77	15.5	0.1 mmCU + 1 mmAl	175	-1.5	34.53	6.67 ± 0.29
3	77	18.2	0.2 mmCU + 1 mmAl	177	-1.5	28.37	6.61 ± 0.35
4	90	5.1	No	158	-2.0	36.07	6.50 ± 0.71
5	90	6.5	0.1 mmCU + 1 mmAl	161	-1.9	22.17	6.25 ± 1.06
6	90	7.5	0.2 mmCU + 1 mmAl	163	-1.8	19.00	6.83 ± 0.94
7	66	28.6	No	183	-1.4	107.33	7.83 ± 0.29
8	66	40.0	0.1 mmCU + 1 mmAl	183	-1.4	57.73	7.83 ± 0.29
9	66	49.9	0.2 mmCU + 1 mmAl	188	-1.2	46.95	7.83 ± 0.29

ตารางที่ 6 ค่า EI, DI, KAP และคะแนนเฉลี่ยเชิงคุณภาพของภาพเอกซเรย์ LS-spine ในท่านอนตะแคงและให้ลำรังสีแบบ Lateral projection ร่วมกับระบบ AEC และไม่ใช้ระบบ AEC ในแต่ละโปรโตคอล

Protocol	Exposure technical parameters				Dose evaluation			Mean IQ
	kVp	mAs	Filter	AEC	EI	DI	KAP (μGy.m²)	score ± SD
1 (Default)	80	45	No	W/O	216	-0.6	250.00	4.78 ± 0.25
2 (Default)	90	49.2	No	W	238	-0.2	273.33	4.94 ± 0.10
3	90	27.0	No	W	232	-0.3	190.67	5.00 ± 0.50
4	90	33.5	0.1 mmCU + 1 mmAl	W	233	-0.3	115.67	5.28 ± 0.48
5	90	38.1	0.2 mmCU + 1 mmAl	W	236	-0.2	96.50	5.28 ± 0.48
6	70	106.6	No	W	245	-0.1	450.33	5.94 ± 0.10

คะแนนประเมินเชิงคุณภาพของภาพเอกซเรย์ LS-spine ในท่านอนหงายและให้ลำรังสีแบบ AP projection และในท่านอนตะแคงและให้ลำรังสีแบบ Lateral projection ในแต่ละโปรโตคอลที่ทำการศึกษา ซึ่งประเมินตามเกณฑ์ EUR16260 โดยรังสีเทคนิค แสดงดังตารางที่ 5 และ 6 พบว่าใน AP projection โปรโคตอลประจำที่ใช้ AEC ร่วมในการถ่ายภาพ ให้ผลรวมคะแนนประเมินคุณภาพเฉลี่ยจากผู้ประเมินทั้งสามคนเท่ากับ 6.72±0.38 โดยเมื่อทำการปรับค่า kVp ลง ร่วมกับการเพิ่มค่า mAs พบว่าคะแนนประเมินคุณภาพเฉลี่ยมีค่าสูงขึ้นมากกว่า 7.50 ในทุกโปรโตคอลของการถ่ายภาพ ขณะที่ใน Lateral projection โปรโตคอลประจำที่ไม่ใช้และใช้ AEC ร่วมในการถ่ายภาพ ให้ผลรวมคะแนนประเมินคุณภาพเฉลี่ยเท่ากับ 4.78±0.25 และ 4.94±0.10 ตามลำดับ เมื่อเพิ่มความหนาแผ่นกรองรังสีพบว่าคะแนนประเมินคุณภาพเฉลี่ยมีค่าสูงขึ้นมากกว่า 5.00 จากการศึกษาพบว่าการถ่ายภาพเอกซเรย์ LS-spine ใน AP projection โปรโตคอลที่ 7, 8 และ 9 มีคะแนนประเมินคุณภาพสูงสุดเท่ากัน ขณะที่โปรโตคอลที่ได้คะแนนประเมินคุณภาพสูงสุดใน Lateral projection คือ โปรโตคอลที่ 6

อภิปรายผลการศึกษา

การกำหนดเทคนิคในการถ่ายภาพเอกซเรย์ที่เหมาะสมเป็นส่วนหนึ่งในการป้องกันอันตรายจากรังสีให้กับผู้ป่วย นอกจากการตั้งค่าปัจจัยหลักและปัจจัยรองในการให้รังสี การตรวจสอบค่าปริมาณรังสีและการประเมินคุณภาพของภาพเป็นส่วนสำคัญที่ใช้ในการพิจารณาเลือกเทคนิคในการถ่ายภาพ[11-12] จากการศึกษานี้ เมื่อประเมินค่า DI จากการถ่ายภาพเอกซเรย์ LS-spine ใน AP projection และ Lateral projection ตามโปรโตคอลประจำและโปรโตคอลปรับพารามิเตอร์ใหม่ พบว่าอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ที่น้อยกว่า ±3[13-14] อย่างไรก็ตามหากเปรียบเทียบกับค่า EI_T พบว่าค่า EI ที่ได้จากการถ่ายภาพตามโปรโตคอลดังกล่าวนี้ยังคงมีค่าน้อยกว่าค่า EI_T อาจเนื่องมาจากความไวของอุปกรณ์รับภาพและการปรับเทียบหัววัดรังสีของระบบตัดรังสีอัตโนมัติ ซึ่งหยุดการปลดปล่อยรังสีเมื่อได้รับปริมาณรังสีเพียงพอต่อการเกิดภาพที่มีคุณภาพ[15-16]

การเพิ่มค่า kVp ส่งผลให้คะแนนประเมินคุณภาพของภาพลดลง เนื่องจากความแตกต่างของเฉดสีภาพ (Contrast) ที่ลดลง จากการเพิ่มพลังงานที่สูงขึ้นทำให้อำนาจทะลุทะลวงของรังสีเพิ่มขึ้น ปริมาณรังสีกระเจิงเพิ่มขึ้น และความแตกต่างในการดูดกลืน (Differential absorption) ปริมาณรังสีจากตัวกลางต่างชนิดลดลง[17] นอกจากนั้นการเพิ่มค่า kVp ยังส่งผลให้ค่าเฉลี่ย KAP ลดลง จากผลการศึกษาเมื่อเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ย KAP ที่ 90 kVp พบว่าค่าเฉลี่ย KAP ลดลง 40 เปอร์เซ็นต์ และ 66 เปอร์เซ็นต์ จากการเปลี่ยนค่า kVp เป็น 77 kVp และ 66 kVp ตามลำดับ และการเพิ่มความหนาของแผ่นกรองรังสีส่งผลให้ค่า KAP ลดลงมากกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Bak KA และคณะ[18]

จากการประเมินค่า DI และ KAP ร่วมกับการประเมินคุณภาพของภาพตามโปรโตคอลประจำที่ใช้งานปัจจุบันและโปรโตคอลปรับพารามิเตอร์ใหม่ในการศึกษานี้ พบว่าการถ่ายภาพเอกซเรย์ LS-spine ใน AP projection การกำหนดค่า kVp ที่ 66 kVp และการเพิ่มความหนาแผ่นกรองรังสีที่ 0.2 mmCU +1 mmAl ร่วมกับการใช้ระบบ AEC ให้ค่า DI และ KAP ที่เหมาะสม โดยมีคะแนนประเมินคุณภาพดีที่สุด ขณะที่ใน Lateral projection การกำหนดค่า kVp ที่ 90 kVp และการเพิ่มความหนาแผ่นกรองรรังสีที่ 0.2 mmCU +1 mmAl ร่วมกับการใช้ระบบ AEC ให้ค่า DI, KAP และคะแนนประเมินคุณภาพเหมาะสม ซึ่งสามารถนำโปรโตคอลดังกล่าวไปประยุกต์ใช้กับการถ่ายภาพเอกซเรย์ LS-spine ในผู้ป่วยผู้ใหญ่ที่มีขนาดตัวมาตรฐาน อย่างไรก็ตามงานวิจัยนี้ทำการทดลองเฉพาะในหุ่นจำลองเสมือนร่างกายมนุษย์เพียงความหนาเดียว โดยไม่ได้

ทำการศึกษาในผู้ป่วย อาจส่งผลให้เทคนิคการให้รังสีและค่าปริมาณรังสีที่ได้จากการทดลองไม่สามารถนำมาใช้และประมาณได้ในผู้ป่วยทุกราย ดังนั้นควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในผู้ป่วยที่มีขนาดตัวแตกต่างกันเพื่อกำหนดเทคนิคการให้รังสีที่เหมาะสมกับผู้ป่วยทุกกลุ่ม เนื่องจากความหนาผู้ป่วยเป็นหนึ่งในปัจจัยที่ส่งผลต่อการกำหนดเทคนิคในการถ่ายภาพ[19-20]

สรุปผลการศึกษา

เทคนิคการให้รังสีที่ใช้ระบบ AEC ร่วมกับการเพิ่มความหนาแผ่นกรองรังสี ในการถ่ายภาพเอกซเรย์ LS-spine ทั้งใน AP projection และ Lateral projection ให้ค่าปริมาณรังสีเหมาะสมโดยมีคะแนนประเมินคุณภาพของภาพดีที่สุด

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ ฝ่ายรังสีวิทยา โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ ที่อำนวยความสะดวก รวมถึงสนับสนุนเครื่องมือทางรังสีวิทยาและข้อมูลในการดำเนินงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

[1] Metter FA. Medical effects and risks of exposure to ionizing radiation. J Radiol Prot 2012; 32: N9-N13.

[2] Wambani JS, Onditi EG, Korir GK, Korir JK. Patient doses in general radiography examinations. The South African Radiographer. 2015; 53(1): 22-26.

[3] Minaei ES, Firouzi F, Khosravi HR. Patient doses in radiographic examinations in Western and Eastern Azerbyjaan provinces of Iran. Journal of Paramedical Sciences. 2014; 5(3): 77-81.

[4] Akpochafor MO, Omajola AD, Soyebi KO, Adeneye SO, Aweda AM, Ajayi BH. Assessment of peak kilovoltage accuracy in ten selected X-ray centers in Lagos metropolis, south-western Nigeria. A quality control test to determine energy output accuracy of an ex-ray generator. J Health Res Rev. 2016; 3(2): 60-65.

[5] Moore CS, Wood TJ, Beavis AW, Saunderson JR. Correlation of the clinical and physical image quality in chest radiography for average adults with a computer radiography imaging systems. British Journal of Radiology. 2013; 86: 2-12.

[6] Gyan E, Inkoom S, Amoako G. Optimal exposure factors for lumbar spine AP in computed radiography examinations. Int J Rad Res. 2021; 19(2): 421-427.

[7] England A, Evans P, Harding L, Taylor EM, Charnock P, Williams G. Increasing source-to-image detector distance to reduce radiation dose from digital radiography pelvic examination. Rad Sciences. 2015; 86(3): 246-256.

[8] Lai ZH, dos Reis CS, Su Z. Effective dose and image optimization of lateral lumbar spine radiography: a phantom study. Eur Radiol Exp. 2020; 4(13): DOI: 10.1186/s41747-019-0132-3.

[9] Kyoto Kagaku, Available from: https://www/kyotokagaku.com/en/products_data/ph-2b/

[10] European commission. European guidelines on quality criteria for diagnostic radiographic images. Luxembourg, EUR 16260 EN. 1996.

[11] Chan TPC, Fung KKL. Dose optimization in lumbar spine radiographic examination by air gap method at CR and DR systems: A phantom study. Journal of Medical Imaging and Radiation Sciences. 2015; 46(1): 65-77.

[12] Seeram E, Davidson R, Bushong S, Swan H. Optimizing the exposure indicator as a dose management strategy in computed radiography. Radiologic Technology. 2016; 87(4): 380-391.

[13] Wang J, Shepard SJ, Flynn M, et al. An exposure indicator for digital radiography: AAPM Task Group 116 (Executive summary). Med Phys. 2009; 36(7): 2898-2914.

[14] Dave JK, Jones AK, Fisher R, et al. Current state of practice regarding digital radiography exposure indicators and deviation indices: Report of AAPM imaging physics committee Task Group 232. Med Phys. 2018; 45(11): e1146-e1180.

[15] Ries C, Goncalves J, Klompmaker C, Barbara AR, Bloor C, Hegarty R, et al. Image quality and dose analysis for a PA chest X-ray: comparison between AEC mode acquisition and manual mode using the 10 kVp rule. Radiography. 2014; 20: 339-345.

[16] Chusin T, Kaewlek T. An exposure indicator in digital radiography systems. Thai J Rad Tech 2018; 43(1): 21-28.

[17] Tsai HY, Yang CH, Huang KM, et al. Analyses of patient dose and image quality for chest digital radiography. Radiat Meas. 2010; 45: 722-725.

[18] Bak KA, Pasieka E, Jankowska D, Ustymonicz A. Analysis of the dose area product variable in radiography of the lumbar-sacral spine using a water phantom. Eur J Med Tech. 2017; 2(15): 1-8.

[19] Ofori EK, Ofori-Manteaw BB, Gawugah JNK, Nathan JA. Relationship between patient anatomical thickness and radiographic exposure factors for selected radiologic examinations. Journal of Health, Medical and Nursing. 2016; 23: 150-162.

[20] Suwan-o-pas S, Suwanpradit P, Arjhansiri K, Khamwan K. Optimization of radiation dose and image quality in abdominal radiography using digital mobile x-ray system. Thai J Rad Tech 2018; 43(1): 13-20.