

ผลของระยะทางกับค่าปริมาณรังสีกระเจิงจาก เครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่ในกรุงเทพมหานคร สมุทรสาคร และเขตสุขภาพที่ 4

สุรัชย์ ตัญถัง และ สุภาพร สะอาด

สำนักรังสีและเครื่องมือแพทย์ กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ ถนนพหลโยธิน 11000

บทคัดย่อ เครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่ถูกนำมาใช้ถ่ายภาพสำหรับผู้ป่วยที่ไม่สามารถเคลื่อนย้ายได้ ซึ่งในการใช้งานเครื่องจะมีปริมาณรังสีกระเจิงมากขึ้นขึ้นอยู่กับเวลาการถ่ายภาพรังสี ระยะทาง และค่าเทคนิคที่ตั้ง ถ้าค่าปริมาณรังสีกระเจิงมากจะมีผลต่อสุขภาพของผู้ได้รับรังสี การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์ในการศึกษาผลของระยะทางที่ทำให้ปริมาณรังสีกระเจิงลดลงและลักษณะการลดลงของรังสีกระเจิง โดยศึกษาจากเครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่ที่ใช้ในสถานพยาบาลในกรุงเทพมหานคร และ 6 จังหวัดในเขตสุขภาพที่ 4 และจังหวัดสมุทรสาครในเขตสุขภาพที่ 5 ในปีงบประมาณ พ.ศ. 2562 จำนวนทั้งสิ้น 83 เครื่อง (7 ยี่ห้อ 15 รุ่น) โดยตั้งค่าเทคนิคถ่ายภาพรังสีคงที่ 80 kVp และ 32 mAs พบว่าเครื่องเอกซเรย์แบบเคลื่อนที่ที่ทดสอบทั้งหมด มีค่าปริมาณรังสีกระเจิง (mean±SD) ที่ระยะห่าง 1 เมตร อยู่ในช่วง 2,100±1,253 $\mu\text{Sv/hr}$ ถึง 11,500±9,192 $\mu\text{Sv/hr}$ และเมื่อทดสอบที่ระยะห่าง 2 เมตร พบว่าปริมาณรังสีกระเจิงลดลงมาอยู่ในช่วง 800±0 $\mu\text{Sv/hr}$ ถึง 2,940±3,624 $\mu\text{Sv/hr}$ ในขณะที่การทดสอบที่ระยะ 3, 4 และ 5 เมตร พบว่าปริมาณรังสีกระเจิงลดลงอย่างมากซึ่งอยู่ในช่วง 256±0 $\mu\text{Sv/hr}$ ถึง 1,278±1,021 $\mu\text{Sv/hr}$, 131±78 $\mu\text{Sv/hr}$ ถึง 719±575 $\mu\text{Sv/hr}$ และ 84±50 $\mu\text{Sv/hr}$ ถึง 449±387 $\mu\text{Sv/hr}$ ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบค่าปริมาณรังสีกระเจิงกับระยะทางที่ทำการวัดพบว่าค่าปริมาณรังสีกระเจิงจะลดลงตามระยะทางที่ทำการวัดทุกเครื่อง และรังสีกระเจิงมีลักษณะการลดลงแบบเอกซ์โพเนนเชียลพบว่าที่ระยะตั้งแต่ 2 เมตรขึ้นไป มีค่าไม่เกินขีดจำกัดปริมาณรังสี (dose limit) ประจำบุคคล สำหรับผู้ปฏิบัติงานด้านรังสี ดังนั้นในการปฏิบัติงาน ควรใช้ระยะห่างอย่างน้อย 2 เมตร อย่างไรก็ตาม ขณะปฏิบัติงานถ่ายภาพด้วยเครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่ควรมีระยะห่างจากเครื่องเอกซเรย์ให้มากที่สุด

คำสำคัญ: เครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่, ปริมาณรังสีกระเจิง, ระยะทาง

Corresponding author E-mail: surachai.t@dmsc.mail.go.th

Received: 11 February 2022

Revised: 6 November 2022

Accepted: 10 November 2022

บทนำ

เครื่องเอกซเรย์แบบเคลื่อนที่หรือเครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่ ได้นำมาใช้ถ่ายภาพสำหรับผู้ป่วยที่ไม่สามารถเคลื่อนย้ายได้ในการเข้ารับบริการที่แผนกรังสีวิทยา เช่น หอผู้ป่วยและแผนกฉุกเฉิน เพื่อสร้างภาพอวัยวะต่าง ๆ ของร่างกายสำหรับการวินิจฉัยรอยโรค การนำเครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่มาใช้ถ่ายภาพรังสีผู้ป่วยจึงสำคัญมาก เนื่องจากห้องถ่ายภาพรังสีไม่ได้ถูกออกแบบสำหรับป้องกันอันตรายจากรังสี เช่น กรณีของหอผู้ป่วย ในขณะที่ทำการถ่ายภาพรังสีผู้ป่วยจะมีผู้ป่วยรายอื่นที่ไม่สามารถเคลื่อนย้ายตัวเองได้ จึงอาจได้รับปริมาณรังสีกระเจิงไปด้วย ซึ่งปริมาณรังสีกระเจิงดังกล่าวขึ้นอยู่กับระยะเวลาการถ่ายภาพรังสี ระยะทาง และค่าเทคนิคที่ตั้งขณะถ่ายภาพทางรังสี การได้รับรังสีบ่อยครั้งหรือได้รับในปริมาณมากเกินไปอาจทำให้เกิดความเสี่ยงต่อเซลล์เกิดความบกพร่องหรือเสื่อมสภาพ นำไปสู่โอกาสเกิดโรคมะเร็งหรืออาจทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในยีนทำให้มีผลต่อลักษณะทางพันธุกรรมได้⁽¹⁾ สถานพยาบาลบางแห่งไม่ได้ใช้อุปกรณ์ป้องกันรังสีหรือไม่มีการใช้ฉากป้องกันรังสีจึงทำให้มีความเสี่ยงที่จะได้รับรังสี ซึ่งการถ่ายภาพรังสีแต่ละครั้งเจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงานทางรังสีส่วนใหญ่จะไม่ทราบค่าปริมาณรังสีกระเจิงที่ผู้ปฏิบัติงานมีโอกาสได้รับ โดยที่ค่าจำกัดปริมาณรังสี (dose limit) ประจำบุคคลสำหรับผู้ปฏิบัติงานด้านรังสีจะต้องมีค่าไม่เกิน 20 มิลลิซีเวิร์ตต่อปี (400 ไมโครซีเวิร์ตต่อสัปดาห์) สำหรับประชาชนหรือบุคคลทั่วไปจะต้องมีค่าไม่เกิน 1 มิลลิซีเวิร์ตต่อปี (20 ไมโครซีเวิร์ตต่อสัปดาห์)⁽²⁾

ผลการศึกษาของ Vlachos I, et al⁽³⁾ พบว่าปริมาณรังสีกระเจิงขึ้นกับค่าความต่างศักย์ของหลอดเอกซเรย์ที่ใช้ และมุมมองการวัดรังสีกระเจิงมีผลกับ

ค่าปริมาณรังสีกระเจิงเพียงเล็กน้อยหรือไม่มีผล เพราะค่าที่วัดได้มีค่าใกล้เคียงกันในการวัดทุกมุมมองจากการศึกษาของ Abrantes A และคณะ⁽⁴⁾ พบว่าระยะทางที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้ปริมาณรังสีกระเจิงลดลง นอกจากนี้ยังพบปัจจัยที่มีผลต่อค่าปริมาณรังสีกระเจิง คือ ค่ากระแสไฟฟ้าของหลอดเอกซเรย์กับเวลาในการถ่ายภาพรังสี หรือ mAs พบว่าถ้า mAs มีค่ามากจะส่งผลให้ปริมาณรังสีกระเจิงมาก ในขณะที่ใช้งานเครื่องเอกซเรย์หากจำเป็นต้องใช้ mAs สูง ให้ใช้ระยะทางช่วยลดปริมาณรังสีกระเจิงและจัดหาวัสดุป้องกันรังสีการวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ในการศึกษาผลของระยะทางที่ทำให้ปริมาณรังสีกระเจิงลดลงและลักษณะการลดลงของรังสีกระเจิงเมื่อใช้ค่า 80 kV และ 32 mAs เพื่อเป็นข้อมูลให้แก่ผู้ปฏิบัติงานและผู้เกี่ยวข้อง สำหรับเฝ้าระวังและใช้เป็นแนวทางป้องกันอันตรายรังสีจากการปฏิบัติงานโดยใช้เครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่

วัสดุและวิธีการ

กลุ่มศึกษา

ดำเนินการศึกษาเครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่จากสถานพยาบาล เช่น โรงพยาบาลและคลินิกทั้งภาครัฐและเอกชนในเขตกรุงเทพมหานคร เขตบริการสุขภาพที่ 4 จำนวน 6 จังหวัด ได้แก่ นนทบุรี ปทุมธานี พระนครศรีอยุธยา นครนายก สระบุรี อ่างทอง และในเขตบริการสุขภาพที่ 5 จำนวน 1 จังหวัด คือ สมุทรสาคร ที่ผ่านมาตรฐานทดสอบความเที่ยงตรงของค่าปริมาณรังสีตามมาตรฐานคุณภาพเครื่องเอกซเรย์วินิจฉัย กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ ในปีงบประมาณ พ.ศ. 2562 จำนวน 83 เครื่อง ดังแสดงในตารางที่ 1 โดยแบ่งเป็นเครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่ 7 ยี่ห้อ ทั้งหมด 15 รุ่น ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 1 จำนวนเครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่ที่ใช้ในการศึกษาจากจังหวัดต่าง ๆ

	กรุงเทพฯ	นนทบุรี	ปทุมธานี	อยุธยา	นครนายก	สระบุรี	อ่างทอง	สมุทรสาคร	รวม
เครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่ (เครื่อง)	60	4	8	2	2	1	3	3	83

ตารางที่ 2 รายละเอียดการกำหนดสัญลักษณ์ยี่ห้อ-รุ่น ของเครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่ที่ใช้ในการศึกษา

เครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่		
ลำดับเครื่องที่	ยี่ห้อ	รุ่น
1	A	I
2	B	I
3	C	I
4	C	II
5	D	I
6	E	I
7	F	I
8	F	II
9	F	III
10	F	IV
11	F	V
12	F	VI
13	F	VII
14	F	VIII
15	G	I

หมายเหตุ: เครื่องเอกซเรย์แต่ละยี่ห้อถูกกำหนดสัญลักษณ์ตามอักษรภาษาอังกฤษ (A-G) และรุ่นต่าง ๆ (I-VIII) โดยไม่อาจเปิดเผยข้อมูลได้ ซึ่งเป็นเครื่องที่มีจำหน่ายและใช้ในประเทศ

เครื่องมือและอุปกรณ์

เครื่องตรวจวัดปริมาณรังสีกระเจิง (survey meter) ใช้สำหรับวัดค่าปริมาณรังสียังผล (effective dose: E) มีหน่วยเป็น ไมโครซีเวิร์ตต่อชั่วโมง ($\mu\text{Sv/hr}$) (ยี่ห้อ Fluke, รุ่น 451P-DE-SI-RYR, ประเทศสหรัฐอเมริกา) ได้รับการสอบเทียบกับห้องปฏิบัติการรังสีมาตรฐานทุติยภูมิ (มีค่าความแม่นยำ $\pm 10\%$), หุ่นจำลองซึ่งทำจาก PMMA (polymethyl methacrylate) ความหนา 20 เซนติเมตร เพื่อทำให้เกิดการกระเจิงของรังสีเอกซ์

วิธีการศึกษา

การวัดค่าปริมาณรังสีกระเจิงจากเครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่ โดยตั้งค่าความต่างศักย์หลอดเอกซเรย์ (kV) ที่ 80 kV และค่ากระแสไฟฟ้าของหลอดเอกซเรย์และเวลาในการถ่ายภาพรังสี (mAs) 32 mAs ซึ่งการใช้งานสูงสุดอยู่ที่ 32 mAs โดยทำการเปิดคอลลิเมเตอร์ (collimator) ให้กว้างสุด (ซึ่งค่าปริมาณรังสีกระเจิงขึ้นกับขนาด

ของลำรังสี (field size) ใช้ขนาดตามหลอดเอกซเรย์ที่ตรวจวัดและการกรองรังสีของหลอดเอกซเรย์ จากความหนาครึ่งค่า (half value layer, HVL) โดยกำหนดเทคนิคการตั้งค่าหรือตัวแปรในการทดลองให้เหมือนกัน หรือใกล้เคียง เครื่องเอกซเรย์ที่ทำการเก็บข้อมูลจะมีค่า HVL ที่ 80 kV เป็นไปตามมาตรฐานที่กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์กำหนด คือ มีค่าระดับปริมาณรังสี (mR/mAs) ตามกำหนดและมีค่าความซ้ำ (reproducibility) ไม่เกิน 5% ดังนั้นในการวัดค่าปริมาณรังสีกระเจิงจึงใช้ค่าเฉลี่ยที่ระยะทางต่าง ๆ ของแต่ละยี่ห้อและรุ่นของเครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่ และวัดปริมาณรังสีกระเจิง (หน่วยเป็น $\mu\text{Sv/hr}$) ที่หุ่นจำลอง PMMA โดยใช้เครื่องตรวจวัดปริมาณรังสี (survey meter) ที่ระยะห่าง 1, 2, 3, 4 และ 5 เมตร ดังแสดงในภาพที่ 1 โดยวางเครื่องมือวัดจัดให้อยู่ในแนวระดับระนาบเดียวกับหลอดเอกซเรย์ โดยแต่ละระยะทำการวัดจำนวน 3 ครั้ง แล้วหาค่าเฉลี่ย $\pm\text{SD}$ ยกเว้นในบางยี่ห้อที่รุ่นเดียวกัน



ภาพที่ 1 แสดงตำแหน่งที่วัดปริมาณรังสีกระเจิง ณ ตำแหน่งที่ 1-5 เมตร (มองจากด้านบน)

จะมีการหาค่าเฉลี่ย $\pm$ SD อีกครั้ง ดำเนินการเช่นเดียวกันกับทุกเครื่องที่ทำการเก็บข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล และ สถิติที่ใช้

เปรียบเทียบปริมาณรังสีกระเจิงที่วัดได้ตามระยะทางจากเครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่ของแต่ละบริษัทผู้ผลิตหรือยี่ห้อและรุ่น เมื่อวัดที่ระยะทางต่างกันโดยใช้ค่าเฉลี่ย (mean) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel

ผล

เมื่อพิจารณาผลในภาพรวมของเครื่องเอกซเรย์แบบเคลื่อนที่ที่ทดสอบทั้งหมด พบว่าปริมาณรังสีกระเจิง

(mean $\pm$ SD) ที่ระยะห่าง 1, 2, 3, 4 และ 5 เมตร โดยทำการวัด 3 ครั้ง แล้วหาค่าเฉลี่ยในแต่ละระยะทาง (ยกเว้นในบางยี่ห้อที่รุ่นเดียวกันจะมีการหาค่าเฉลี่ยอีกครั้ง) มีปริมาณรังสีกระเจิงลดลงเมื่อใช้ระยะทางเพิ่มขึ้น โดยเครื่องเอกซเรย์แบบเคลื่อนที่ที่มีค่าปริมาณรังสีกระเจิงอยู่ในระดับสูงมาก ที่ระยะห่าง 1 เมตร ได้แก่ ยี่ห้อ B รุ่น I ยี่ห้อ F รุ่น VII และ ยี่ห้อ A รุ่น I ตามลำดับ ในขณะที่ยี่ห้อ D รุ่น I มีค่าปริมาณรังสีกระเจิงต่ำที่สุด ดังแสดงในตารางที่ 3

เมื่อนำค่าปริมาณรังสีกระเจิงที่วัดได้ของเครื่องยี่ห้อ B รุ่น I ซึ่งมีค่าปริมาณรังสีกระเจิงมากที่สุด ที่ระยะ 1 เมตร คือ $11,500 \pm 9,192$ $\mu\text{Sv/hr}$ และค่าปริมาณรังสีกระเจิงที่ระยะ 5 เมตร คือ 406 ± 368 $\mu\text{Sv/hr}$ เปรียบเทียบ

ตารางที่ 3 ปริมาณรังสีกระเจิงที่ระยะต่าง ๆ ของเครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่ที่วัดได้ ในการศึกษาที่ระยะต่าง ๆ (1-5 เมตร)

ค่าปริมาณรังสีกระเจิง (mean $\pm$ SD) ที่วัดได้ ($\mu\text{Sv/hr}$) ที่ระยะต่าง ๆ							
ลำดับ เครื่องที่	ยี่ห้อ	รุ่น	1 เมตร	2 เมตร	3 เมตร	4 เมตร	5 เมตร
1	A	I	11,040 $\pm$ 9,447	2,940 $\pm$ 3,624	1,114 $\pm$ 1057	627 $\pm$ 595	401 $\pm$ 381
2	B	I	11,500 $\pm$ 9,192	1,800 $\pm$ 990	1,278 $\pm$ 1,021	719 $\pm$ 575	406 $\pm$ 368
3	C	I	4,250 $\pm$ 71	1,400 $\pm$ 1,697	472 $\pm$ 8	266 $\pm$ 4	170 $\pm$ 3
4	C	II	3,400 $\pm$ 0	1,900 $\pm$ 0	378 $\pm$ 0	213 $\pm$ 0	136 $\pm$ 0
5	D	I	2,100 $\pm$ 1,253	875 $\pm$ 898	233 $\pm$ 134	131 $\pm$ 78	84 $\pm$ 50
6	E	I	2,300 $\pm$ 0	800 $\pm$ 0	256 $\pm$ 0	144 $\pm$ 0	92 $\pm$ 0
7	F	I	4,000 $\pm$ 0	1,600 $\pm$ 0	444 $\pm$ 0	250 $\pm$ 0	160 $\pm$ 0
8	F	II	6,963 $\pm$ 5,968	1,687 $\pm$ 1,529	636 $\pm$ 647	370 $\pm$ 364	237 $\pm$ 233
9	F	III	5,971 $\pm$ 4,993	1,498 $\pm$ 1,954	622 $\pm$ 725	309 $\pm$ 304	197 $\pm$ 195
10	F	IV	7,881 $\pm$ 3,900	2,471 $\pm$ 1,954	883 $\pm$ 733	497 $\pm$ 412	320 $\pm$ 263

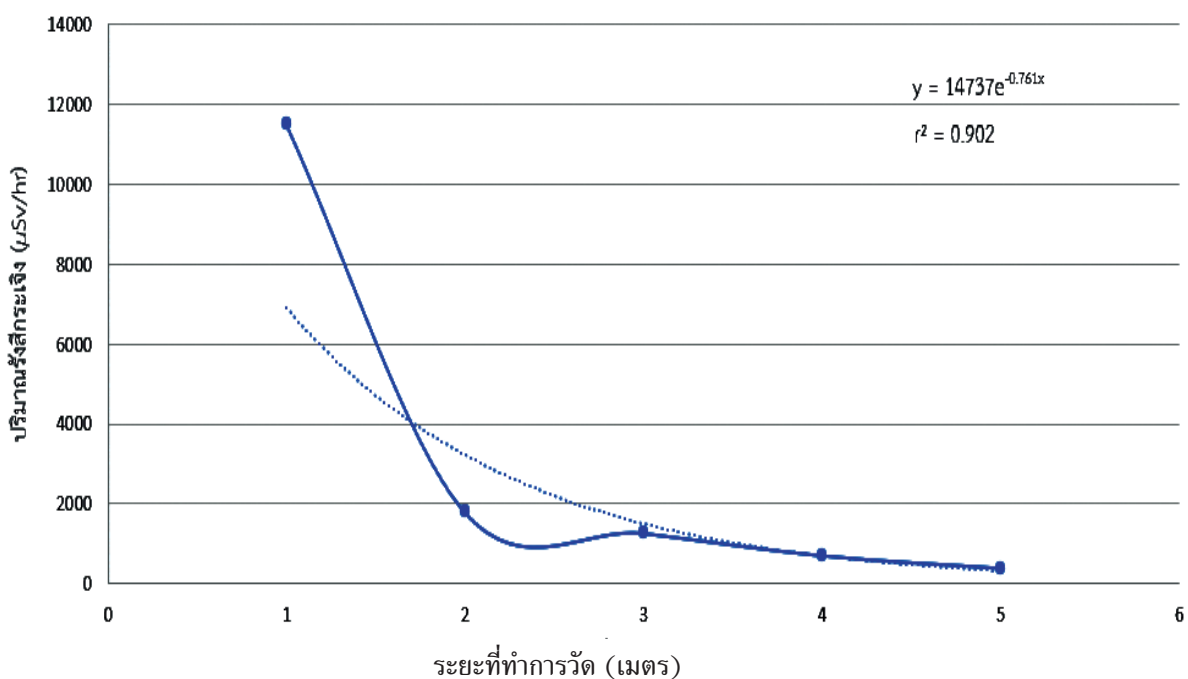
ตารางที่ 3 ปริมาณรังสีกระเจิงที่ระยะต่าง ๆ ของเครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่ที่วัดได้ ในการศึกษาที่ระยะต่าง ๆ (1-5 เมตร) (ต่อ)

ลำดับ เครื่องที่	ยี่ห้อ	รุ่น	ค่าปริมาณรังสีกระเจิง (mean±SD) ที่วัดได้ (μSv/hr) ที่ระยะต่าง ๆ				
			1 เมตร	2 เมตร	3 เมตร	4 เมตร	5 เมตร
11	F	V	5,000±0	2,400±0	556±0	313±0	200±0
12	F	VI	6,900±6,870	1,678±1,069	837±781	431±429	276±274
13	F	VII	11,225±9,686	2,796±1,932	1,247±544	702±605	449±387
14	F	VIII	2,600±0	1,000±0	289±0	163±0	104±0
15	G	I	5,633±4,743	1,867±1,001	626±527	352±296	225±189

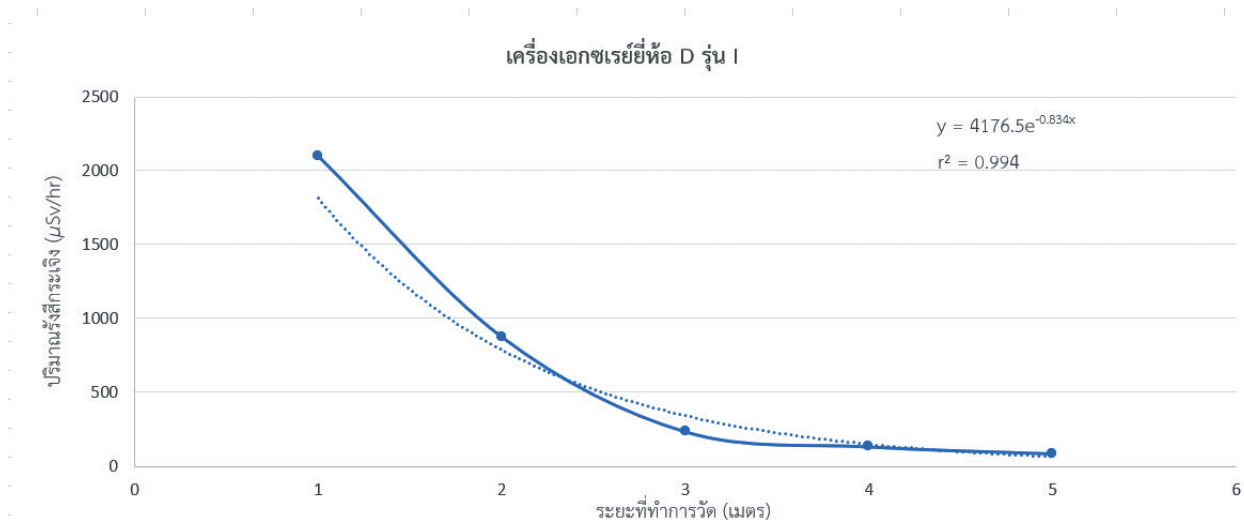
กับระยะทาง พบว่าค่าปริมาณรังสีกระเจิงจะลดลงตามระยะทางที่เพิ่มขึ้น โดยลดแบบผกผันกำลังสอง (inverse square law) คือ หากระยะทางเพิ่มขึ้น ค่าปริมาณรังสีกระเจิงที่วัดได้จะลดลงเป็นสองเท่าจากระยะทางเดิม ลักษณะกราฟที่ได้เป็นแบบเอกซ์โพเนนเชียล (exponential) โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r^2) เท่ากับ 0.902 ดังแสดงในภาพที่ 2 และเมื่อนำค่าปริมาณรังสีกระเจิง

ที่วัดได้ของเครื่องยี่ห้อ D รุ่น I ที่มีค่าปริมาณรังสีกระเจิงสูงที่สุดที่ระยะ 1 เมตร คือ $2,100\pm1,253$ μSv/hr และค่าปริมาณรังสีกระเจิงที่ระยะ 5 เมตร คือ 84 ± 50 μSv/hr เปรียบเทียบกับระยะทาง ซึ่งมีลักษณะกราฟเป็นแบบเดียวกัน โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.994 ดังแสดงในภาพที่ 3 กราฟจากทั้งสองเครื่องค่อนข้างเหมือนกัน ถึงแม้ว่าค่าปริมาณรังสีกระเจิงที่วัดได้จะแตกต่างกันมาก

เครื่องเอกซเรย์ยี่ห้อ B รุ่น I



ภาพที่ 2 เปรียบเทียบค่าปริมาณรังสีกระเจิงที่วัดได้ (μSv/hr) กับระยะทางที่ทำการวัด (เมตร) จากเครื่องยี่ห้อ B รุ่น I ซึ่งวัดค่าปริมาณรังสีกระเจิงได้มากที่สุด



ภาพที่ 3 เปรียบเทียบค่าปริมาณรังสีกระเจิงที่วัดได้ ($\mu\text{Sv/hr}$) กับระยะทางที่ทำการวัด (เมตร) จากเครื่องยี่ห้อ D รุ่น I ซึ่งวัดค่าปริมาณรังสีกระเจิงได้น้อยที่สุด

วิจารณ์

ในการวัดค่าปริมาณรังสีกระเจิงจากเครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่ที่ใช้ในการศึกษานี้ ดำเนินการตั้งค่ากระแสไฟฟ้าของหลอดเอกซเรย์กับเวลา (mAs) คงที่คือ 32 mAs ซึ่งเป็นค่า mAs สูงสุดที่ใช้กันเป็นส่วนมากในการถ่ายภาพรังสีวินิจฉัย และตั้งค่าความต่างศักย์ของหลอดเอกซเรย์ (kV) คงที่ เท่ากับ 80 kV ทุกเครื่องเอกซเรย์ที่ทำการศึกษา ทั้งนี้เพื่อที่จะได้สามารถเปรียบเทียบค่าปริมาณรังสีกระเจิงที่ระยะต่าง ๆ ด้วยกันได้ สำหรับเครื่องบริษัทผู้ผลิตหรือยี่ห้อและรุ่นเดียวกัน จะใช้ค่าเฉลี่ยที่วัดได้เป็นตัวแทนของกลุ่มเพื่อนำมาเปรียบเทียบ โดยปริมาณการกระเจิงของรังสีขึ้นกับปัจจัยหลายอย่าง เช่น ยี่ห้อ รุ่น ระยะความสูงของเครื่องตรวจวัดปริมาณรังสี (survey meter) จากพื้นรวมทั้งจากค่าการกรองรังสีครึ่งค่า (HVL) ของหลอดเอกซเรย์ รวมทั้ง output ของปริมาณรังสีที่ออกมา ขนาดของลำรังสี (field size) ของเครื่องเอกซเรย์ หรือการเปิดคอลลิเมเตอร์ (collimator) สำหรับปรับพื้นที่ปริมาณรังสีให้กว้างสุด ซึ่งเครื่องเอกซเรย์แต่ละยี่ห้อมีความกว้างไม่เท่ากัน จึงเป็นสาเหตุที่ทำให้ปริมาณการกระเจิงของรังสีมีค่าแตกต่างกัน

จากการศึกษานี้ นำข้อมูลการวัดค่าปริมาณรังสีกระเจิงมาคำนวณเวลาที่สามารถปฏิบัติงาน โดยเลือกข้อมูลของเครื่องเอกซเรย์ยี่ห้อ B รุ่น I ซึ่งเป็นเครื่องที่วัด

ค่าปริมาณรังสีกระเจิงได้มากที่สุดที่ระยะ 1 เมตร โดยค่าเวลาในการฉายรังสีจากเครื่องมือวัดที่ 32 mAs มีค่า 0.287 sec จะได้ค่ากระแสไฟฟ้าของหลอดเอกซเรย์ 111.50 mA มาคำนวณหาปริมาณรังสีกระเจิงด้วย workload 500 mA-min/week (General Radiographic)⁽²⁾ โดยผู้ปฏิบัติงานด้านรังสีทำงาน 50 week/yr ที่ระยะ 1, 2, 3, 4 และ 5 เมตร คำนวณได้ค่าปริมาณรังสีกระเจิงสูงสุด 42.97 mSv/yr, 6.73 mSv/yr, 4.78 mSv/yr, 2.69 mSv/yr และ 1.52 mSv/yr ตามลำดับ พบว่าที่ระยะตั้งแต่ 2 เมตร ขึ้นไป มีค่าไม่เกินขีดจำกัดปริมาณรังสี (dose limit) ประจำปีบุคคลสำหรับผู้ปฏิบัติงานด้านรังสี

ข้อมูลปริมาณรังสีกระเจิงที่ทำการวัดจากเครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่ พบว่าปริมาณรังสีกระเจิงขึ้นอยู่กับระยะทาง ซึ่งจะมีปริมาณมากที่ระยะใกล้หลอดเอกซเรย์ และปริมาณรังสีกระเจิงลดตามระยะทางเพิ่มขึ้นเป็นแบบผกผันกำลังสอง ดังแสดงในภาพที่ 2 และ 3 ถึงแม้ว่าเครื่องเอกซเรย์ในภาพที่ 2 มีค่าปริมาณรังสีกระเจิงมากที่สุด และภาพที่ 3 เป็นเครื่องที่มีค่าปริมาณรังสีกระเจิงน้อยที่สุด เมื่อดูแนวโน้มของเส้นกราฟทั้งสองภาพ พบว่าค่าปริมาณรังสีจะลดลงตามระยะทางแบบ exponential เช่นเดียวกัน แสดงให้เห็นว่าระยะทางมีผลต่อการลดลงของค่าปริมาณรังสีกระเจิงอย่างมาก งานวิจัยที่พบในประเทศไทยเรื่องการวัดค่าปริมาณรังสีกระเจิงจากเครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่⁽⁵⁾ เป็นการวัดปริมาณรังสีกระเจิงจาก

เครื่องเอกซเรย์ 1 ยี่ห้อ 3 รุ่น โดยวิเคราะห์ปริมาณรังสีกระเจิง ทิศทาง และระยะที่ปลอดภัยของผู้ปฏิบัติงานด้านรังสีและบุคคลทั่วไป พบว่าปริมาณรังสีแปรผันกับระยะห่างจากผู้ป่วยแต่ไม่ขึ้นกับทิศทาง โดยปริมาณรังสีกระเจิงต่ำสุดและเกณฑ์มาตรฐานระดับความปลอดภัยทางรังสีที่กำหนดไว้ คือ ปริมาณรังสีที่ร่างกายได้รับต้องไม่เกิน 20 mSv/yr สำหรับผู้ปฏิบัติงานด้านรังสี และปริมาณรังสีที่ร่างกายได้รับต้องไม่เกิน 1 mSv/yr สำหรับประชาชนทั่วไป⁽⁶⁾ ผู้ปฏิบัติงานควรอยู่ห่างจากหลอดเอกซเรย์ที่ระยะมากกว่า 4 เมตร และมุมที่ปลอดภัย คือ 0 องศา หรือหลังเครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่ที่ระยะห่างจากหลอดมากกว่า 4 เมตร เมื่อใช้งานเครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่เฉลี่ย 0.5 ชั่วโมงต่อวัน (ระยะเวลาเฉลี่ยที่ทำการเอกซเรย์) โดยใช้งาน 5 วันต่อสัปดาห์ และ 52 สัปดาห์ต่อปี นอกจากนี้หากพื้นที่ควบคุมไม่ปลอดภัยจำเป็นต้องหาอุปกรณ์หรือวัสดุป้องกันรังสีมาใช้งานปฏิบัติงาน เช่น ฉากตะกั่วป้องกันรังสี ปลอกคอตะกั่ว และเสื้อตะกั่ว รวมทั้งอาจใช้สายแฮนด์สวิตช์ (hand switch) หรือรีโมทสวิตช์ (remote switch) เพื่อทำการถ่ายภาพรังสี ผลที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้อาจเป็นประโยชน์สำหรับผู้สนใจและต้องการใช้ข้อมูลเพื่อความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน โดยเฉพาะในสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 มีการนำเครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่ไปใช้งานในโรงพยาบาลสนาม และต้องการให้ทางกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ตรวจวัดค่าปริมาณรังสีกระเจิง ซึ่งหากไม่สามารถตรวจวัดได้ไม่ทราบกรณีใด ๆ ทางเจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงานในพื้นที่สามารถนำข้อมูลจากการศึกษานี้ไปใช้อ้างอิงระยะทางที่ปริมาณรังสีกระเจิงต่ำ ๆ ในการปฏิบัติงานเพื่อความปลอดภัยได้

สรุป

การศึกษานี้พบว่าค่าปริมาณรังสีกระเจิงที่วัดได้จากเครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่ที่ระยะทางเท่ากัน ในแต่ละยี่ห้อและรุ่นมีค่าแตกต่างกัน ถึงแม้จะตั้งค่าเทคนิคการฉายรังสีเท่ากัน ดังนั้นควรมีการตรวจวัดปริมาณรังสีกระเจิงสำหรับแต่ละเครื่องเอกซเรย์อย่างสม่ำเสมอ ซึ่งค่าปริมาณรังสีกระเจิงจะลดลงตามระยะทางที่เพิ่มขึ้นตามหลักการแปรผกผันกำลังสอง ดังนั้นขณะปฏิบัติงานทุกครั้งผู้ปฏิบัติงานและผู้เกี่ยวข้องควรมีระยะห่างจาก

เครื่องเอกซเรย์ให้มากที่สุด โดยอาจใช้สายแฮนด์สวิตช์ หรือรีโมทสวิตช์ เพื่อทำการถ่ายภาพรังสี พร้อมทั้งมีอุปกรณ์หรือวัสดุป้องกันรังสี เช่น ฉากตะกั่วป้องกันรังสี ปลอกคอตะกั่ว และเสื้อตะกั่ว รวมทั้งใช้เวลาการปฏิบัติงานให้น้อยที่สุดเท่าที่จำเป็น ตามหลัก ALARA (as low as reasonably achievable) คือ ความคุ้มค่าที่ต้องคำนึงถึงผลและอันตรายจากรังสีด้วย

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการรังสีวินิจฉัย สำนักรังสีและเครื่องมือแพทย์ กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข ที่ให้ความร่วมมือในการเก็บข้อมูล และผู้ร่วมงานทุกท่านที่ให้ความคิดเห็นทำให้งานนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

1. สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. การป้องกันอันตรายจากรังสี. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว; 2546.
2. กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข. มาตรฐานคุณภาพเครื่องเอกซเรย์วินิจฉัยทางการแพทย์. กรุงเทพฯ: บริษัท บียอนด์ พับลิชชิง; 2562.
3. Vlachos I, Tsantilas X, Kalyvas N, Delis H, Kandarakis I, Panayiotakis G. Measuring scatter radiation in diagnostic X rays for radiation protection purposes. Radiat Prot Dosimetry 2015; 165(1-4): 382-5.
4. Abrantes A, Rebelo C, Sousa P, Rodrigues S, Almeida R, Pinheiro J, et al. Scatter radiation exposure during mobile X-ray examinations. HealthManagement 2017; 17(1): 68-72.
5. วสัน บุตรพา. การวิเคราะห์ปริมาณรังสีกระเจิงและการป้องกันอันตรายจากรังสีเมื่อถ่ายภาพด้วยเครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่. วกรรมวิทย พ 2564; 63(3): 660-74.
6. The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP publication 103. Ann ICRP 2007; 37(2-4): 9-34.

Effects of Distance and Radiation Dose Scattering from Mobile X-ray Machines used in Hospitals in Bangkok, Samut Sakhon, and the 4th Health Service Area

Surachai Tuidung and Supaporn Saard

Bureau of Radiation and Medical Devices, Department of Medical Sciences, Nonthaburi 11000, Thailand

ABSTRACT Mobile X-ray machines are used to take pictures of immobile patients, which has amount of radiation exposure depends on the radiographic time, distance and technical settings. If the scatteredness of radiation is high, it will affect the health of the radiation recipient. The objective of this study was to study the effect of distance on the degree of scatteredness of radiation doses and the scatteredness characteristics at 80 kVp and 32 mAs of radiographic setting. The study was carried out among mobile X-ray machines used in hospitals in Bangkok and 6 provinces in the 4th Health Service Area and Samut Sakhon province in the 5th Health Service Area, with a total of 83 X-ray machines (7 brands, 15 models) with a fixed radiographic technique value of 80 kVp and 32 mAs. The tested mobile X-ray machines had degree of scatteredness (mean $\pm$ SD) at a distance of 1 meter ranged from 2,100 $\pm$ 1,253 μ Sv/hr to 11,500 $\pm$ 9,192 μ Sv/hr, and when tested at a distance of 2 meters, the degree of scatteredness was reduced to the range of 800 $\pm$ 0 μ Sv/hr to 2,940 $\pm$ 3,624 μ Sv/hr, while the tests at 3, 4 and 5 meters showed a significant decrease in degree of scatteredness, which were in the range of 256 $\pm$ 0 μ Sv/hr to 1,278 $\pm$ 1,021 μ Sv/hr, 131 $\pm$ 78 μ Sv/hr to 719 $\pm$ 575 μ Sv/hr and 84 $\pm$ 50 μ Sv/hr to 449 $\pm$ 387 μ Sv/hr, respectively. When comparing the degree of scatteredness with the measured distance, the results showed that the degree of scatteredness decreased with the distance measured in all machines, and the degree of scatteredness had an exponential reduction pattern. The results also pointed out that at a distance of 2 meters or more, the scatteredness value did not exceed the individual dose limit for radiation workers. In conclusion, the mobile X-ray operation should be carried out at least 2 meters away from the X-ray machine. However, the distance from the X-ray machine should be as far as possible when performing imaging work with any mobile X-ray machines.

Keywords: Mobile X-ray machine, Scatter radiation, Distance