

การวิเคราะห์ปริมาณรังสีกระเจิงและการป้องกันอันตรายจากรังสีเมื่อถ่ายภาพด้วยเครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่

วสัน บุตรพา

โรงพยาบาลนครปฐม อำเภอมืองนครปฐม นครปฐม 73000

บทคัดย่อ การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบปริมาณรังสีกระเจิง (Scatter radiation) จากเครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่ (Portable X-ray) ยี่ห้อ SHIMADZU รุ่น Mobile Art Evolution และ FUJI FILM แบบ Full DR รุ่น FDR GO Plus ของโรงพยาบาลนครปฐม โดยการวิเคราะห์ปริมาณรังสีกระเจิง ทิศทางและระยะที่ปลอดภัยของผู้ปฏิบัติงานด้านรังสี และบุคคลทั่วไปจากการถ่ายภาพรังสีด้วยเครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่ ดำเนินการวิเคราะห์ทิศทางที่ 0, 45, 90, 135, 180, 225, 270 และ 315 องศา ที่ระยะห่าง 0.5, 1.5, 3.0 และ 4.0 เมตร โดยวัดจากพื้น 80 เซนติเมตร ซึ่งเทียบได้กับตำแหน่งของ Gonad ของคนสูง 175 เซนติเมตร และใกล้เคียงความสูงของเตียงผู้ป่วย ใช้เทคนิคถ่ายภาพรังสีเอกซเรย์ปอดท่านอนหงาย (Chest AP Supine) ใช้แผ่นรับภาพรังสีขนาด 14 × 17" ตั้งค่าเทคนิค 85 kVp, 1.6 mAs 70 kVp, 0.63 mAs สำหรับผู้ป่วยเด็ก และใช้เทคนิคถ่ายภาพรังสีกระดูกเชิงกราน (Pelvic AP) ตั้งค่าเทคนิค 85 kVp, 3.2 mAs ที่ระยะ 100 เซนติเมตร โดยใช้เครื่องสำรวจรังสี (Survey meter) ผลการทดลองพบว่าปริมาณรังสีกระเจิงแปรผันกับระยะห่างจากตัวผู้ป่วย แต่ไม่ขึ้นกับทิศทางผู้ปฏิบัติงานด้านรังสีและประชาชนทั่วไป ที่ได้รับปริมาณรังสีกระเจิงไม่เกินค่าขีดจำกัดการได้รับรังสี ไม่เกิน 20 mSv/yr และไม่เกิน 1 mSv/yr ตามลำดับ เพื่อความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน ผู้ปฏิบัติงานควรอยู่ห่างจากหลอดเอกซเรย์ที่ระยะมากกว่า 4 เมตร และมุมที่ปลอดภัย คือ 0 องศา และควรสวมเสื้อตะกั่วป้องกันรังสี

คำสำคัญ: รังสีกระเจิง, การป้องกันอันตรายจากรังสี, เครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่

Corresponding author E-mail: wasan.buthpa@gmail.com

Received: 27 October 2020

Revised: 23 July 2021

Accepted: 5 August 2021

บทนำ

ปัจจุบันงานด้านรังสีวินิจฉัยมีความสำคัญในการช่วยแพทย์วินิจฉัยโรค ซึ่งในแต่ละวันมีผู้เข้ารับบริการทางรังสีของกลุ่มงานรังสีจำนวนมาก เช่น เครื่องเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ เอกซเรย์ทั่วไป เอกซเรย์แบบฟลูโอโรสโคปี เครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่ที่เป็นเครื่องมือในงานด้านรังสีวินิจฉัยที่ใช้รังสีในการวินิจฉัยโรคเบื้องต้นในทางการแพทย์ใช้ในการเอกซเรย์ส่วนต่าง ๆ สำหรับผู้ป่วยที่มีอาการหนักหรือเคลื่อนย้ายลำบาก ใช้ในการเอกซเรย์ที่หอผู้ป่วย ห้องผ่าตัดและสถานที่อื่น ๆ เป็นระบบ DR สามารถดูภาพทางรังสีจากจอคอมพิวเตอร์จากเครื่องได้ ทำให้รักษาผู้ป่วยเบื้องต้นได้รวดเร็วและปลอดภัยทำให้อัตราการเสียชีวิตและพิการน้อยลง ในการให้บริการต้องคำนึงถึงปริมาณรังสีที่เหมาะสมและความปลอดภัยของผู้ป่วย เจ้าหน้าที่ และบุคลากรรอบข้าง ต้องคำนึงถึง International Commission on Radiological Protection (ICRP)⁽¹⁾ ได้กำหนดเป้าหมายการป้องกันรังสีเพื่อหลีกเลี่ยงการเกิด deterministic effects อีกทั้งลดโอกาสการเกิด stochastic effects รังสีเอกซ์มีผลทำให้เกิดทั้ง 2 กรณีให้อยู่ในระดับที่ยอมรับได้และพิจารณารังสีไปใช้ในปริมาณน้อยที่สุด โดยก่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด การป้องกันอันตรายจากรังสีจำเป็นต้องมีการจัดเตรียมปัจจัย เช่น การจัดสถานที่ให้เหมาะสม การวางแผนการก่อสร้าง การติดตั้งอุปกรณ์และที่สำคัญคือ ความพร้อมของบุคลากรและเครื่องมือ อุปกรณ์ป้องกัน เช่น เสื้อตะกั่ว ไทรอยด์ชิลด์ บุคลากรที่ปฏิบัติงานเกี่ยวกับรังสีจะต้องมีความรู้เกี่ยวกับการป้องกันอันตรายจากรังสีและวิธีป้องกันอันตรายจากรังสี และสามารถปฏิบัติงานได้ถูกต้องตามขั้นตอนอย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนั้นจะต้องมีเครื่องมือที่ช่วยในการป้องกันอันตรายจากรังสี เพื่อให้ทำงานได้อย่างความปลอดภัยและสะดวกยิ่งขึ้น บุคลากรที่ปฏิบัติงานทางด้านรังสีควรได้รับปริมาณรังสีให้น้อยที่สุดโดยยึดหลัก 3 ประการ ให้ระยะห่างมากที่สุดที่สามารถปฏิบัติงานได้ ใช้เวลาในการเอกซเรย์น้อยที่สุด และใช้ฉากกั้น⁽²⁾ ได้แก่ เสื้อตะกั่ว ไทรอยด์ชิลด์

กลุ่มงานรังสีวิทยา โรงพยาบาลนครปฐม เป็นหน่วยงานด้านรังสีวินิจฉัย มีการให้บริการเครื่องเอกซเรย์แบบเคลื่อนที่ ณ หอผู้ป่วยในแต่ละวันเป็นจำนวนมาก เพื่อหาระยะและตำแหน่งที่ปลอดภัยแก่ผู้ปฏิบัติงาน เจ้าหน้าที่ประจำตึกและบุคคลบริเวณใกล้เคียง ได้รับปริมาณรังสีน้อยที่สุดในการถ่ายภาพเอกซเรย์จากเครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่ เจ้าหน้าที่แม้จะใส่เครื่องป้องกันแล้ว อาจไม่เพียงพอในการป้องกันอันตรายต่อเจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงานและผู้ป่วย ซึ่งมีการกำหนดปริมาณรังสีสูงสุดที่ยอมรับได้สำหรับเจ้าหน้าที่ใช้เครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่ในการวินิจฉัย โดยค่า effective dose เฉลี่ยในระยะเวลา 5 ปี ไม่เกิน 20 millisieverts per year (mSv/yr) ถือว่าปลอดภัยจากรังสี⁽³⁾

การศึกษานี้เป็นการวัดปริมาณรังสีกระเจิงเพื่อหาระยะ ทิศทาง และตำแหน่งอันตรายจากรังสีรอบ ๆ เครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่ เพื่อป้องกันปริมาณรังสีกระเจิงที่เจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงาน เจ้าหน้าที่ประจำตึก และบุคคลบริเวณใกล้เคียงซึ่งจะได้รับขณะทำการถ่ายภาพรังสี

วัสดุและวิธีการ

วัสดุอุปกรณ์

เครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่ยี่ห้อ SHIMADZU รุ่น Mobile Art Evolution หมายเลขเครื่อง: 0162s90607 kV 125 mA/mAs เครื่องมือทดสอบคุณภาพเครื่องเอกซเรย์ 1. RTI Model Barracuda 320 mAs 2. เครื่องสำรวจปริมาณรังสี Victoreen รุ่น 451P ตรวจสอบเมื่อวันที่ 19 ต.ค. 2559 หมายเลขทดสอบ 4059010596

เครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่ยี่ห้อ FUJI FILM แบบ Full DR รุ่น FDR GO Plus หมายเลขเครื่อง: MQ000128A028 kV 133 mA/mAs maximum 320 mAs เครื่องมือทดสอบคุณภาพเครื่องเอกซเรย์ 1. RaySafe Model:X2 R/F S/N 266644 2. Fluke (Survey meter) Model:451P-DE-SI-RYR S/N 0000007930 ตรวจสอบเมื่อวันที่ 24 ก.พ. 2563 หมายเลขทดสอบ 2001230147(4063001922)

เครื่องสำรวจรังสี (Survey meter) ผลิตภัณฑ์ของ Fluke รุ่น 451P-DE-SI-RYR Serial Number: 6608 ผลิตโดยบริษัท Fluke Biomedical ประเทศสหรัฐอเมริกา ได้รับการสอบเทียบวันที่ 11 ตุลาคม 2562 จากห้องปฏิบัติการสอบเทียบเครื่องวัดรังสีมาตรฐานทุติยภูมิ กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข ดังแสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 เครื่องสำรวจรังสี (Survey meter) ยี่ห้อ Fluke รุ่น 451P-DE-SI-RYR S/N: 6608

กล่องเหล็กที่ใส่เครื่องสำรวจรังสี ขนาด $29 \times 39 \times 16$ เซนติเมตร เปรียบเทียบเมื่อถ่ายภาพรังสีเมื่อผู้ป่วยนอนเตียง stretcher ที่มีพื้นเหล็ก

วิธีการศึกษา

วิธีการวัดปริมาณรังสีกระเจิงเครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่ วัดปริมาณรังสี (Radiation output) ของเครื่องเอกซเรย์ FUJI FILM และ SHIMADZU (จากผลการทดสอบเครื่องเอกซเรย์ ศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ที่ 5 สมุทรสงคราม) การตรวจสอบปริมาณรังสีของเครื่องเอกซเรย์ทั่วไปคือ การตรวจสอบความถูกต้อง ความแม่นยำ และความเที่ยงตรงเป็นสิ่งที่จำเป็น หากเครื่องเอกซเรย์ที่ใช้งานไม่ได้มาตรฐาน ปริมาณรังสีที่ผู้ป่วยจะได้รับอาจจะมากเกินไปจนเกินความจำเป็น เครื่องเอกซเรย์ทั่วไปเป็นเครื่องมือที่ใช้รังสีเอกซ์น้อยเมื่อเปรียบเทียบกับเครื่องมือทางการแพทย์อื่นๆ ที่ใช้รังสีเอกซ์ แต่ก็ยังมีความเสี่ยงต่อตัวผู้ป่วย การทดสอบค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเกิดรังสีเอกซ์จึงจำเป็นต้องทำการทดสอบ ได้แก่ ค่ากิโลโวลต์สูงสุด (Kilovoltage peak: kVp) เวลาในการฉาย (Exposure time) และปริมาณรังสี (Radiation output) ในการตรวจสอบเครื่องเอกซเรย์วินิจัยทั่วไปที่ใช้อุปกรณ์วัดปริมาณรังสีในการทดสอบ ได้แก่

ค่ากิโลโวลต์สูงสุด (Kilovoltage peak: kVp) เครื่องวัดค่ากิโลโวลต์แบบ Non-Invasive X-ray Beam Analyzer การตั้งค่าเครื่องเอกซเรย์ ตั้งค่าเทคนิคการฉายรังสี โดยเลือกค่าที่ใช้ในการถ่ายภาพรังสีให้กับผู้ป่วย เช่น 80 kV 20 mAs ศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ที่ 5 สมุทรสงคราม ตั้งค่าเทคนิคที่ 80 kV 10 mAs วางเครื่องวัดค่ากิโลโวลต์ให้รับรังสีปฐมภูมิตามคู่มือการใช้งาน ปรับขนาดของลำรังสีให้ครอบคลุมหัววัด ฉายรังสี อย่างน้อย 5 ครั้ง ซึ่งศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ที่ 5 สมุทรสงคราม ฉายรังสี 6 ครั้ง ในการสอบเทียบเครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่ทั้ง 2 เครื่อง บันทึกความต่างศักย์ตลอดที่อ่านได้จากเครื่องวัด ทำซ้ำโดยการปรับเปลี่ยนค่ากิโลโวลต์ไปที่ค่าที่ต้องการจะทดสอบ

การวิเคราะห์

สมการคำนวณความผิดพลาดความซ้ำ (kV) ไม่เปลี่ยนค่า mA ค่าร้อยละสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (Coefficient of variation)

$$\%CV = \frac{SD}{X} \times 100$$

เมื่อ SD คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

$$SD = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

$\bar{X}$ คือ ค่าเฉลี่ยของค่ากิโลโวลต์ที่ได้จากการวัด

X_i คือ ค่ากิโลโวลต์ที่วัดได้ครั้งที่ i

ค่ากิโลโวลต์ที่วัดได้ต่างจากค่าเฉลี่ยไม่เกิน 2% (Coefficient of Variation < 0.02 for high frequency และ three phase)

ค่ากิโลโวลต์ที่วัดได้ต่างจากค่าเฉลี่ยไม่เกิน 5% (Coefficient of Variation < 0.05 for single phase full wave และ half wave)

ความแม่นยำ (Accuracy) เครื่องวัดค่ากิโลโวลต์แบบ Non-Invasive X-ray Beam Analyzer การตั้งค่าเครื่องเอกซเรย์ ปรับตั้งค่ากิโลโวลต์ที่แผงควบคุมที่ต้องการวัด ตั้งค่า mA และ time คงที่

วิธีการ วางเครื่องวัดค่ากิโลโวลต์ไว้ภายใต้รังสีปฐมภูมิ ระยะจากจุดโฟกัสของหลอดเอกซเรย์ถึงเครื่องวัด ตามคู่มือการใช้งาน ปรับขนาดของลำรังสีให้ครอบคลุมหัววัดรังสี ทำการฉายรังสี บันทึกค่ากิโลโวลต์ที่ตั้งและค่าที่วัดได้ ทำซ้ำโดยการปรับเปลี่ยนค่ากิโลโวลต์ไปที่ค่าที่ต้องการจะทดสอบ

การวิเคราะห์ นำค่าที่วัดได้มาคำนวณหาความผิดพลาดตามสมการดังต่อไปนี้

$$\%ERROR = \frac{kV_m - kV_s}{kV_m} \times 100$$

เมื่อ kVs คือ ค่าความต่างศักย์หลอดที่ตั้ง

kVm คือ ค่าความต่างศักย์หลอดที่ได้จากการวัด

เวลาในการฉายรังสี (Exposure time) ความทำซ้ำ (Reproducibility) จากการวัด ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (Coefficient of variation: CV) ต้องมีค่าไม่เกิน 5% ค่าความแม่นยำ (Accuracy) จากการวัด ต้องมีค่าความผิดพลาดไม่เกิน $\pm 10\%$ ของค่าที่ตั้ง

ปริมาณรังสี (Radiation output)

ความเป็นเชิงเส้น (Linearity) โดยใช้เครื่องวัดปริมาณรังสีแผ่นตะกั่วกันรังสีกระเจิง โดยตั้งค่าเครื่องเอกซเรย์ เช่น 80 kV 0.05 s หรือ 0.1 s คงที่ เปลี่ยนค่า mA หรือเปลี่ยนค่า mAs

วิธีการ ตั้งหัววัดในบริเวณพื้นที่รังสีปฐมภูมิ ระยะจากจุดโฟกัสหลอดเอกซเรย์ตามคำแนะนำการใช้เครื่องวัด ตั้งโหมดการวัดแบบการวัดปริมาณรังสีรวม (Integrate) วางแผ่นตะกั่วลดทอนรังสีกระเจิงจากบริเวณพื้นที่วางหัววัด ปรับขนาดของลำรังสีให้คลุมพื้นที่ขนาดของหัววัด วัดค่าปริมาณรังสีที่ค่า mA หรือ mAs เท่าที่สามารถวัดได้ในทางปฏิบัติ

$$\text{การวิเคราะห์ คำนวณค่าปริมาณรังสีต่อค่าเทคนิคที่ตั้ง} \quad \frac{\mu\text{Gy}}{\text{mAs}} ; X$$

โดยการหารค่าปริมาณรังสีที่วัดได้ด้วยค่า mAs ที่ตั้ง จับคู่ค่า X ของ mA หรือ mAs ที่อยู่ติดกัน คำนวณหาความสัมพันธ์ความเป็นเชิงเส้น

$$\% \text{ สัมประสิทธิ์ความเป็นเชิงเส้น} = \frac{X_2 - X_1}{X_2 + X_1} \times 100$$

ความซ้ำ (Reproducibility) โดยใช้เครื่องวัดค่าเวลาหรือเครื่องวัดรังสีชนิด Non-Invasive ที่สามารถวัดค่าเวลาการฉายรังสีได้โดยตั้งค่า kV, mA และ time คงที่ เช่น 80 kV 200 mA และ 0.05 s หรือ 0.1 s

วิธีการ ตั้งเครื่องวัดในบริเวณพื้นที่รังสีปฐมภูมิ ระยะจากจุดโฟกัสหลอดเอกซเรย์ตามคำแนะนำการใช้ เครื่องวัดปรับขนาดของลำรังสีให้คลุมพื้นที่ขนาดของหัววัด ฉายรังสีอย่างน้อย 5 ครั้ง โดยตั้งค่าเวลาที่ใช้งานประจำ

การวิเคราะห์ นำผลที่ได้มาคำนวณตามสมการค่าร้อยละสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน

$$\% CV = \frac{SD}{\bar{X}} \times 100$$

เมื่อ SD คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

$$SD = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

$\bar{X}$ คือ ค่าเฉลี่ยของค่ากิโลโวลต์ที่ได้จากการวัด

X_i คือ ค่าที่วัดได้ครั้งที่ i

ค่าปริมาณรังสีที่วัดได้ต่างจากค่าเฉลี่ยไม่เกิน 5% (Coefficient of Variation < 0.05)⁽⁴⁾

ความเป็นเชิงเส้นแบ่งการตรวจสอบเป็น 2 กรณี คือ

กรณีเครื่องเอกซเรย์ตั้งค่าแบบมิลลิแอมแปร์ (mA linearity) สัมประสิทธิ์ความเป็นเชิงเส้น ต้องมีค่าไม่เกิน 10%

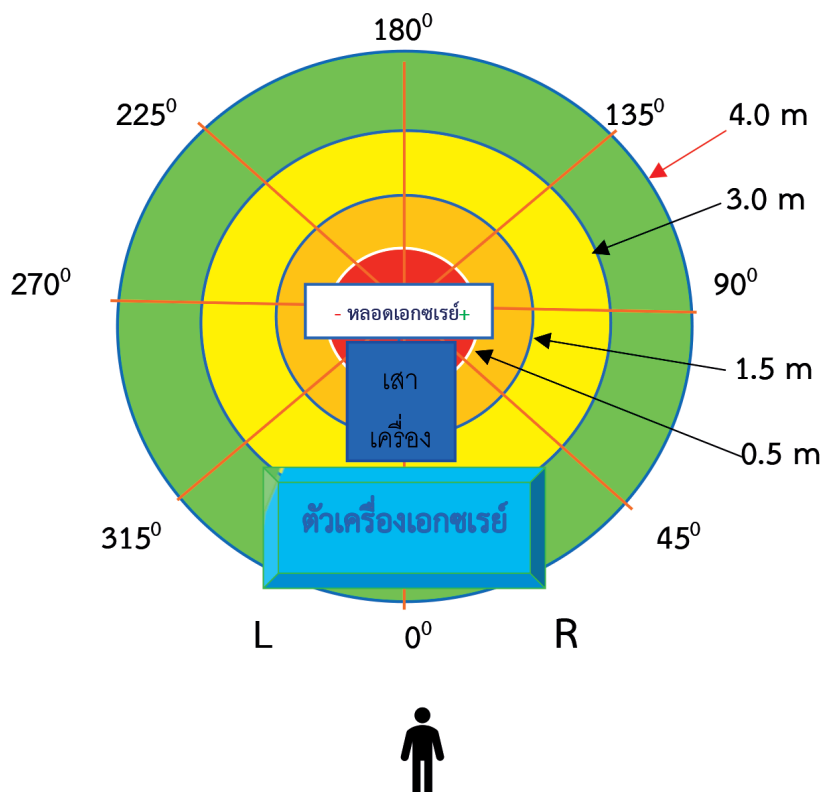
กรณีเครื่องเอกซเรย์ตั้งค่าแบบผลคูณระหว่างกระแสกับเวลา (mAs linearity) สัมประสิทธิ์ความเป็นเชิงเส้นต้องมีค่าไม่เกิน 20%⁽⁵⁾

การวัดปริมาณรังสีกระเจิง ยกหัวหลอดเอกซเรย์ไปด้านหลังโดยขั้วบวกลอยทางซ้าย ขั้วลบอยู่ทางขวา กำหนดระยะทางจากต้นกำเนิดรังสีถึงจุดวัดปริมาณรังสีกระเจิงที่ระยะ 0.5, 1.5, 3.0 และ 4.0 เมตร ตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 2 โดยรอบหัวหลอดเอกซเรย์ตามมุม 360 องศา ที่ 0, 45, 90, 135 และ 180, 215, 270 และ 315 องศา ตามลำดับ นำกล้องหลักที่ใส่เครื่องสำรวจรังสี (Survey meter model) ขนาด 29 × 39 × 16 เซนติเมตร วางบนโต๊ะไม้ที่มีความสูง 80 เซนติเมตร เทียบได้กับตำแหน่งของ Gonad ของคนสูง 175 เซนติเมตร และใกล้เคียงความสูงของเตี๊ยมผู้ป่วย กำหนดค่าเทคนิคที่ใช้จริงในการถ่ายภาพเอกซเรย์ปอดท่านอน (Chest AP Supine) ในผู้ป่วยเด็ก 70 kVp, 0.63 mAs และผู้ป่วยผู้ใหญ่ 85 kVp, 1.6 mAs การถ่ายภาพเอกซเรย์กระดูกสะโพก (Pelvic) 85 kVp, 3.2 mAs ซึ่งค่าเทคนิคทั้ง 3 ค่า เป็นค่าเทคนิคที่ใช้ในการถ่ายภาพทางรังสีจากเครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่ของโรงพยาบาลนครปฐม ที่ให้รายละเอียดของภาพและผู้ป่วยได้รับปริมาณรังสีน้อย วัดปริมาณรังสีกระเจิงของเครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่ยี่ห้อ SHIMADZU รุ่น Mobile Art Evolution และ FUJI FILM แบบ Full DR รุ่น FDR GO Plus โดยวัดตำแหน่งที่กำหนดตำแหน่งละ 3 ครั้ง ดังแสดงในภาพที่ 3

การวิเคราะห์ข้อมูล

นำค่าปริมาณรังสีกระเจิงที่ได้จากการวัด 3 ครั้ง ของแต่ละจุดที่กำหนดมาวิเคราะห์ข้อมูลโดยโปรแกรมสำเร็จรูป Data analysis ของ EXCEL 2010 ประกอบด้วย ค่าเฉลี่ยปริมาณรังสีกระเจิง และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)

คำนวณหาปริมาณรังสีกระเจิงที่ได้รับต่อปี (mSv/yr) คือปริมาณรังสีกระเจิง (mSv) × จำนวนเวลาที่ทำการเอกซเรย์/วัน × จำนวนวัน/สัปดาห์ × 52 สัปดาห์/ปี



ภาพที่ 2 ตำแหน่งที่ทำการวัดปริมาณรังสีกระเจิง



A



B

ภาพที่ 3 การวัดปริมาณรังสีกระเจิงของเครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่ FUJI FILM (A) และ SHIMADSU (B)

ผล

ผลจากการวัด Radiation output และปริมาณรังสีกระเจิง

ปริมาณรังสี (Radiation output)^(4,5) ผลจากการสอบเทียบเครื่องเอกซเรย์ทั่วไปเพื่อทดสอบความต่างศักย์ของหลอด (ค่ากิโลโวลต์, kV) ศูนย์วิทยศาสตร์การแพทย์ที่ 5 สมุทรสงคราม ของเครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่ SHIMADZU และ FUJI FILM โดยตั้งค่าเทคนิคคงที่ คือ 80 kV 10 mAs ที่ระยะ 50 เซนติเมตร ฉายรังสี 6 ครั้ง ผลค่าเฉลี่ย (Avg) เครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่ SHIMADZU และ FUJI FILM เท่ากับ 79.64 kVp และ 81.02 kVp ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) เท่ากับ 0.05 และ 0.20 ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 1 ความทำซ้ำการวัด

ค่าปริมาณรังสี (Radiation Output) ในการวัดทดสอบของศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ที่ 5 สมุทรสงคราม ผลที่ได้คือ เครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่ SHIMADZU ให้ค่าเทคนิค 80 kV 10 mAs โดยไม่เปลี่ยน mAs ผลที่ได้จากการวัดปริมาณรังสี (mR) ปริมาณรังสีต่ำสุดเท่ากับ 244.93 ปริมาณรังสีสูงสุดเท่ากับ 245.37 ผลค่าเฉลี่ย (Avg) เท่ากับ 245.22 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) เท่ากับ 0.15 ค่าร้อยละสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (Coefficient of Variation) เท่ากับ 0.06 ดังแสดงในตารางที่ 1 เครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่ FUJI FILM ผลที่ได้จากการวัดปริมาณรังสี (mR) ปริมาณรังสีต่ำสุดเท่ากับ 204.50 ปริมาณรังสีสูงสุดเท่ากับ 224.2 ผลค่าเฉลี่ย (Avg) เท่ากับ 220.00 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) เท่ากับ 7.76 ค่าร้อยละสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (Coefficient of Variation) เท่ากับ 3.53 ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบเครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่ (80 kV, 10 mAs, ระยะ 50 เซนติเมตร)

ครั้งที่		1	2	3	4	5	6	CV%	SD	Avg
ค่าความต่างศักย์	S	79.61	79.66	79.66	79.69	79.55	79.69	0.07	0.05	79.64
	F	81.30	80.80	80.80	81.00	81.20	81.020	0.25	0.20	81.02
ปริมาณรังสี	S	244.93	245.29	245.28	245.22	245.2	245.37	0.06	0.15	245.22
	F	223.10	223.90	224.20	224.30	204.50	220.00	3.53	7.76	220.00

หมายเหตุ S = SHIMADZU , F = FUJI FILM

ผลจากการสอบเทียบเครื่องเอกซเรย์ทั่วไปเพื่อทดสอบความต่างศักย์ของหลอด (ค่ากิโลโวลต์, kV) เพื่อหาค่าความแม่นยำ (Accuracy) ของศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ที่ 5 สมุทรสงคราม โดยตั้งค่าเทคนิคที่ 16 mAs โดยเปลี่ยนค่า kV ของเครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่ SHIMADZU ค่าเทคนิค 3 ค่า ที่ 60, 70, 80 kV ผลค่าความต่างศักย์ที่วัดเท่ากับ 60.17, 69.43, 78.94 kVp ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 2 ผลของค่าเปอร์เซ็นต์สัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (% CV) ค่าความต่างศักย์ (kV) ของเครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่ SHIMADZU คือ -1.33 % ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่ากระแสไฟฟ้าผ่านหลอดเอกซเรย์สูงสุด (16 mAs, ระยะ 50 เซนติเมตร) ของเครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่ SHIMADZU

ครั้งที่	1	2	3	Max
Set kV	60.00	70.00	80.00	80.00
ความต่างศักย์ของหลอด (kV)	60.17	69.43	78.94	78.94
ร้อยละค่าความต่างศักย์ (%kv Diff)	0.28	-0.82	-1.33	-1.33

ผลจากการสอบเทียบเครื่องเอกซเรย์ทั่วไปเพื่อทดสอบความต่างศักย์ของหลอด (ค่ากิโลโวลต์, kV) เพื่อหาค่าความแม่นยำ (Accuracy) ของศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ที่ 5 สมุทรสงคราม โดยตั้งค่าเทคนิคที่ 16 mAs โดยเปลี่ยนค่า kV ของเครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่ FUJI FILM ค่าเทคนิค 4 ค่า ที่ 60, 70, 80, 90 kV ผลค่าความต่างศักย์ที่วัดได้เท่ากับ 60.90, 70.10, 80.60 และ 91.05 kVp ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 3 ผลของค่าเปอร์เซ็นต์สัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (% CV) ค่าความต่างศักย์ (kV) ของเครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่ SHIMADZU คือ 1.67% ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ค่ากระแสไฟฟ้าผ่านหลอดเอกซเรย์สูงสุด (16 mAs, ระยะ 50 เซนติเมตร) ของเครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่ FUJI FILM

ครั้งที่	1	2	3	4	Max
Set kV	60.00	70.00	80.00	90.00	90.00
ความต่างศักย์ของหลอด (kV)	60.90	70.10	80.60	91.50	91.50
ร้อยละความต่างศักย์ (%kv Diff)	1.50	0.14	0.75	1.67	1.67

ผลการตรวจสอบปริมาณรังสี (Radiation output)

ค่ากระแสผ่านหลอดเอกซเรย์หรือความเป็นเชิงเส้น (Linearity) ในการวัดทดสอบของศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ที่ 5 สมุทรสงคราม เครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่ SHIMADZU ให้ค่าเทคนิค 80 kV แล้วเปลี่ยนค่า mAs ที่ 1, 1.6, 20 mAs ผลที่ได้จากการวัดปริมาณรังสี (mR) เท่ากับ 245.28, 240.92 และ 240.15 ตามลำดับ กระแสผ่านหลอดเอกซเรย์ (Linearity) เท่ากับ 0.90 ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการตรวจสอบปริมาณรังสี (80 kV ระยะ 50 เซนติเมตร) ของเครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่ SHIMADZU

ครั้งที่	1	2	3	Max
ค่าเทคนิค mA	10	16	20	20
ค่าเทคนิค mAs	1	1.6	2	2
ความต่างศักย์ของหลอด (kV) เปลี่ยนค่า mA	79.66	78.94	78.90	78.90
ความแม่นยำความต่างศักย์ของหลอดเปลี่ยนค่า mA	79.66	78.94	78.90	78.90
ร้อยละความต่างศักย์ (%kv Diff)	-0.43	-1.33	-1.37	-1.37
ปริมาณรังสี (mR)	245.28	385.47	480.30	480.30
mR/mAs		245.28	240.92	240.15
ค่ากระแสผ่านหลอดเอกซเรย์ (Linearity)	0.90	0.90	0.16	0.90

หมายเหตุ: การวัดความเป็นเชิงเส้น (Linearity) โดยเปลี่ยนค่า mAs ให้คงค่า kV เพื่อวัดค่า Dose การคำนวณให้จับคู่กันโดยใช้ค่า mR/mAs ที่ติดกัน

ค่ากระแสผ่านหลอดเอกซเรย์หรือความเป็นเชิงเส้น (Linearity) ในการวัดทดสอบของศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ที่ 5 สมุทรสงคราม เครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่ FUJI FILM ให้ค่าเทคนิค 80 kV แล้วเปลี่ยนค่า mAs ที่ 10 และ 16 mAs ผลที่ได้จากการวัดปริมาณรังสี (mR) เท่ากับ 220 และ 325 ค่ากระแสผ่านหลอดเอกซเรย์ (Linearity) เท่ากับ 3.97 ดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ผลการตรวจสอบปริมาณรังสี (80 kV ระยะ 50 เซนติเมตร) ของเครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่ FUJI FILM ครั้งที่ 12 Max

ครั้งที่	1	2	Max
ค่าเทคนิค mAs	10.00	16.00	16.00
ความต่างศักย์ของหลอด (kv) เปลี่ยนค่า mA	81.02	80.60	80.60
ความแม่นยำของความต่างศักย์ของหลอด เปลี่ยนค่า mA	81.02	80.60	80.60
ร้อยละความต่างศักย์ (%kv Diff)	1.28	0.75	1.28
ปริมาณรังสี(mR)	220.00	325.00	325.00
mR/mAs	22.00	20.32	20.32
ค่ากระแสนผ่านหลอดเอกซเรย์ (Linearity)	3.97	3.97	3.97

หมายเหตุ: การวัดความเป็นเชิงเส้น (Linearity) โดยเปลี่ยนค่า mAs ให้คงค่า kv เพื่อวัดค่า Dose การคำนวณให้จับคู่กันโดยใช้ค่า mR/mAs ที่ติดกัน

ผลค่าเฉลี่ยปริมาณรังสีกระเจิง ผลค่าเฉลี่ยที่ได้จากการวัดปริมาณรังสีกระเจิงของเครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่ตามระยะ 0.5, 1.5, 3.0 และ 4.0 เมตร ตามลำดับ โดยรอบหัวหลอดเอกซเรย์ตามมุม 360 องศา ที่ 0, 45, 90, 135, 180, 215, 270 และ 315 องศา ตามลำดับ ตั้งค่าเทคนิค 85 kVp, 3.2 mAs, 85 kVp, 1.6 mAs และ 70 kVp, 0.63 mAs ดังแสดงในตารางที่ 6 ช่วงปริมาณรังสีกระเจิงของเครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่ SHIMADZU และ FUJI FILM จะมากถ้าอยู่ใกล้หัวหลอดเอกซเรย์และค่าเทคนิคที่มากกว่า และความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณรังสีกระเจิงกับระยะทางที่เพิ่มขึ้นของเครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่ SHIMADZU และ FUJI FILM บริเวณตำแหน่งที่ได้รับปริมาณรังสีกระเจิงน้อยที่สุดของเครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่ทั้ง 2 เครื่อง คือ ที่ระยะ 1.5 เมตร ขึ้นไป ที่ตำแหน่ง 0 องศา

ค่าเฉลี่ยปริมาณรังสีกระเจิงที่สูงสุด

ผลจากการวัดค่าเฉลี่ยปริมาณรังสีกระเจิงของเครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่ SHIMADZU ทั้ง 3 ค่าเทคนิค วัดค่าเฉลี่ยปริมาณรังสีกระเจิงมากที่สุด คือ ตำแหน่งมุม 180 องศา และเครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่ FUJI FILM วัดค่าเฉลี่ยปริมาณรังสีกระเจิงที่สูงสุดของค่าเทคนิค 85 kV, 3.2 mAs คือ ตำแหน่งมุม 135 องศา ค่าเทคนิค 85 kV, 1.6 mAs และ 70 kV, 0.63 mAs คือ ตำแหน่งมุม 45 องศา

ค่าเฉลี่ยปริมาณรังสีกระเจิงที่ต่ำสุด

ผลจากการวัดค่าเฉลี่ยปริมาณรังสีกระเจิงของเครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่ SHIMADZU ค่าเฉลี่ยปริมาณรังสีกระเจิงที่ต่ำสุด คือ ตำแหน่งมุม 215, 315, 270 องศา ที่ระยะ 0.5 เมตร ตามลำดับ และที่ตำแหน่ง 0 องศา ที่ระยะ 1.5 เมตร ขึ้นไป เครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่ FUJI FILM ค่าเฉลี่ยปริมาณรังสีกระเจิงที่ต่ำสุด คือ ตำแหน่งมุม 180, 90, 215 องศา ระยะ 0.5 เมตร และที่ตำแหน่ง 0 องศา ที่ระยะ 1.5 เมตร ขึ้นไป ดังแสดงในตารางที่ 7

ตารางที่ 6 ปริมาณรังสีกระเจิงที่ระยะและมุมต่างๆ ของเครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่

ระยะทาง มุม (เมตร) (องศา)		ปริมาณรังสีหตุติภูมิ ($\mu\text{Sv/h}$)											
		85 kVp, 3.2 mAS				85 kVp, 1.6 mAS				70 kVp, 0.63 mAS			
		S		F		S		F		S		F	
		ค่าเฉลี่ย	SD	ค่าเฉลี่ย	SD	ค่าเฉลี่ย	SD	ค่าเฉลี่ย	SD	ค่าเฉลี่ย	SD	ค่าเฉลี่ย	SD
0.5	0	7,800	0	7,867	306	3,347	25	3,533	58	927	25	1,333	58
	45	7,500	520	7,500	1,039	3,150	90	4,200	289	900	90	1,440	392
	90	7,800	520	7,200	900	3,330	52	3,000	275	870	52	1,140	137
	135	8,100	0	8,700	520	3,120	52	3,090	275	930	52	1,650	187
	180	8,400	520	6,900	520	4,020	52	3,930	52	1,020	52	1,260	392
	215	7,200	0	8,400	520	3,300	52	3,180	104	960	52	1,110	104
	270	7,800	520	8,400	520	3,450	52	3,870	180	840	52	1,260	90
	315	8,100	0	8,100	0	3,060	52	3,480	187	960	52	1,470	364
1.5	0	40	0	10	0	19	0	7	0	2	0	2	0
	45	833	58	833	115	350	10	467	32	100	10	160	44
	90	867	58	800	100	370	6	333	31	97	6	127	15
	270	867	58	933	58	383	6	430	20	93	6	140	10
	315	900	0	900	0	340	6	387	21	107	6	163	40
3	0	10	0	3	0	5	0	2	0	1	0	1	0
	45	208	14	208	29	88	3	117	8	25	3	40	11
	90	217	14	200	25	93	1	83	8	24	1	32	4
	135	225	0	242	14	87	1	86	8	26	1	46	5
	180	233	14	192	14	112	1	109	1	28	1	35	11
	215	200	0	233	14	92	1	88	3	27	1	31	3
	270	217	14	233	14	96	1	108	5	23	1	35	3
	315	225	0	225	0	85	1	97	5	27	1	41	10
4	0	6	0	1	0	3	0	1	0	0	0	0	0
	45	117	8	117	16	49	1	66	5	14	1	23	6
	90	122	8	113	14	52	1	47	4	14	1	18	2
	135	127	0	136	8	49	1	48	4	15	1	26	3
	180	131	8	108	8	63	1	61	1	16	1	20	6
	215	113	0	131	8	52	1	50	2	15	1	17	2
	270	122	8	131	8	54	1	60	3	13	1	20	1
	315	127	0	127	0	48	1	54	3	15	1	23	6

ตารางที่ 7 ปริมาณรังสีกระเจิงกับมุมมองของค่าเทคนิคที่กำหนด

เครื่องเอกซเรย์ เคลื่อนที่ ค่าเทคนิค	ระยะทาง (เมตร)	ปริมาณรังสีกระเจิงสูงสุด			ปริมาณรังสีกระเจิงต่ำสุด		
		ณ มุม (องศา)			ณ มุม (องศา)		
		85kVp, 3.2 mAS	85kVp, 1.6 mAs	70kVp, 0.63 mAs	85kVp, 3.2 mAS	85 kVp, 1.6 mAs	70 kVp, 0.63mAs
S	0.5	180	180	180	215	315	270
	1.5	180	180	180	0	0	0
	3.0	180	180	180	0	0	0
	4.0	180	180	180	0	0	0
F	0.5	135	45	45	180	90	215
	1.5	135	45	45	0	0	0
	3.0	135	45	45	0	0	0
	4.0	135	45	45	0	0	0

นำผลค่าเฉลี่ยปริมาณรังสีกระเจิงโดยใช้ค่าเฉลี่ยปริมาณรังสีกระเจิงสูงสุดมาคำนวณค่าปริมาณรังสีที่ได้รับจากเครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่ทั้ง 3 ค่าเทคนิค ที่ใช้ในการวัดค่าปริมาณรังสีกระเจิง โดยทั่วไปแล้วโรงพยาบาลนครปฐมใช้งานเครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่เฉลี่ย 0.5 ชั่วโมงต่อวัน (ระยะเวลาเฉลี่ยที่ทำการเอกซเรย์) โดยใช้งาน 5 วันต่อสัปดาห์ และ 52 สัปดาห์ต่อปี จะได้ค่าปริมาณรังสีกระเจิงที่ได้รับต่อปี ปริมาณกระเจิงที่ไม่เกินค่าระดับความปลอดภัยทางรังสีที่กำหนดไว้สำหรับผู้ปฏิบัติหน้าที่ทางรังสีของเครื่องเอกซเรย์ยี่ห้อ SHIMADZU คือ 17, 8, 2 mSv/yr และ FUJI FILM คือ 18, 9, 3 mSv/yr ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 8 ทั้ง 3 ค่าเทคนิค ที่ใช้ในการวัดปริมาณรังสีกระเจิงที่ระยะ 4.0 เมตร

ตารางที่ 8 ปริมาณรังสีกระเจิงสูงสุดและปริมาณรังสีที่ได้รับต่อปี (mSv/yr) ของแต่ละระยะทาง

ระยะทาง (เมตร)	ปริมาณรังสีกระเจิงสูงสุดของแต่ละระยะทาง						ปริมาณรังสีกระเจิงที่ได้รับต่อปีของแต่ละระยะทาง					
	ปริมาณรังสีกระเจิง ($\mu\text{Sv/h}$)						ปริมาณรังสีกระเจิง (mSv/yr)					
	85 kVp, 3.2 mAs	85 kVp, 1.6 mAs	70 kVp, 0.63 mAs	85 kVp, 3.2 mAs	85 kVp, 1.6 mAs	70 kVp, 0.63 mAs	85 kVp, 3.2 mAs	85 kVp, 1.6 mAs	70 kVp, 0.63 mAs	85 kVp, 3.2 mAs	85 kVp, 1.6 mAs	70 kVp, 0.63 mAs
	1 = S	2 = F	1 = S	2 = F	1 = S	2 = F	1 = S	2 = F	1 = S	2 = F	1 = S	2 = F
0.5	8,400	8,700	4,020	4,200	1,020	1,650	1,092	1131	523	546	133	215
1.5	933	967	447	467	113	183	121	126	58	61	15	24
3.0	233	242	112	117	28	46	30	31	15	15	4	6
4.0	131	136	63	66	16	26	17	18	8	9	2	3

วิจารณ์

ผลการทดสอบคุณภาพของเครื่องเอกซเรย์ SHIMADZU และ FUJI FILM คือ ผลของการวัดความซ้ำ (Reproducibility) ของค่าความต่างศักย์ตลอดโดยไม่เปลี่ยนค่า mA มาวิเคราะห์เพื่อค่าร้อยละสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (%CV) เทียบกับค่ามาตรฐานคุณภาพเครื่องเอกซเรย์วินิจฉัยของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์⁽⁶⁾ ความซ้ำของความต่างศักย์ค่ามาตรฐาน คือ $\leq 5\%$ ผลที่ได้จากการวิเคราะห์ของเครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่ SHIMADZU และ FUJI FILM คือ 0.25% และ 0.07% ผลค่าความแปรปรวนของปริมาณรังสี (%CV) ต่อค่าเทคนิคของเครื่องเอกซเรย์ SHIMADZU และ FUJI FILM เทียบกับค่ามาตรฐานคุณภาพเครื่องเอกซเรย์วินิจฉัยของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์⁽⁶⁾ ค่ามาตรฐาน คือ $\leq 5\%$ ผลที่ได้ คือ 0.06% และ 3.53% นำผลที่ได้จากการวัดมาวิเคราะห์เพื่อค่าความผิดพลาดและความแม่นยำ (kV) เทียบกับค่ามาตรฐานคุณภาพเครื่องเอกซเรย์วินิจฉัยของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์⁽⁶⁾ ค่าความแม่นยำ (Accuracy) มาตรฐาน คือ $\pm 10\%$ ผลที่ได้จากการวิเคราะห์ของเครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่ SHIMADZU เท่ากับ 1.33% และ FUJI FILM เท่ากับ 1.67% ผลที่ได้มาวิเคราะห์ เพื่อหาปริมาณรังสีต่อค่าเทคนิคของเครื่องเอกซเรย์ SHIMADZU และ FUJI FILM ในส่วนของค่ากระแสผ่านหลอดเอกซเรย์ หรือความเป็นเชิงเส้น (Linearity) เทียบกับค่ามาตรฐานคุณภาพเครื่องเอกซเรย์วินิจฉัยของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์⁽⁶⁾ เครื่องเอกซเรย์ตั้งค่าแบบผลคูณระหว่างกระแสกับเวลา (mAs linearity) สัมประสิทธิ์ความเป็นเชิงเส้นต้องมีค่าไม่เกิน 20% ผลที่ได้ของเครื่องเอกซเรย์ SHIMADZU คือ 0.90% และ FUJI FILM คือ 3.97% จากผลการวิเคราะห์ดังกล่าวแสดงว่าเครื่องเอกซเรย์ทั้ง 2 เครื่อง อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ การตรวจสอบคุณภาพมาตรฐานเครื่องเอกซเรย์นั้นเพื่อให้ได้ภาพทางรังสีที่มีคุณภาพและปริมาณรังสีออกตามค่าเทคนิคที่ได้ถูกต้องตามที่ตั้ง ด้านการป้องกันอันตรายจากรังสี เครื่องเอกซเรย์ทั่วไประบบดิจิทัลจะช่วยลดความเสี่ยงในการถ่ายภาพรังสีซ้ำ อันเนื่องมาจากการให้ปริมาณรังสีมากหรือน้อยเกินไป ซึ่งเป็นสาเหตุหลักที่ทำให้ผู้ป่วยได้รับปริมาณรังสีเกินความจำเป็น ประกอบกับผู้ป่วยที่มาเข้ารับบริการถ่ายภาพทางรังสีด้วยเครื่องเอกซเรย์ระบบดิจิทัลมีแนวโน้มสูงขึ้น เนื่องจากการเข้าถึงบริการทางการแพทย์ของประชาชนที่เพิ่มขึ้น ทำให้เกิดความต้องการการได้รับบริการทางการแพทย์ในระดับมาตรฐาน อันเป็นเรื่องสำคัญที่ระบบการบริการทางการแพทย์ โดยให้ความใส่ใจและบริหารจัดการให้เกิดขึ้นอย่างเต็มประสิทธิภาพ ทั้งนี้ผู้ป่วยย่อมกังวลต่อการได้รับรังสีเอกซ์อันอาจก่อให้เกิดอันตราย เพราะรังสีมีผลกระทบต่อเซลล์ของสิ่งมีชีวิต ดังนั้นเพื่อป้องกันผู้ป่วยได้รับปริมาณรังสีมากเกินไป และได้รับบริการจากเครื่องเอกซเรย์ที่มีความปลอดภัย การควบคุมมาตรฐานตามเกณฑ์มาตรฐานสากลจึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง ควรมีการตรวจสอบคุณภาพเครื่องเอกซเรย์โดยกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ให้ได้มาตรฐานอย่างน้อยปีละครั้ง ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองวิศาล บุญประสาร, สิริธยาพงศ์ สุวรรณโสภาส ในการทดสอบอุปกรณ์สำหรับการทดสอบเพื่อการตรวจรับรองและควบคุมคุณภาพเครื่องเอกซเรย์วินิจฉัยทั่วไป

เครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่ FUJI FILM มีค่าเฉลี่ยค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าของหลอดเอกซเรย์สูงที่สุดมากกว่าเครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่ SHIMADZU เล็กน้อย ดังนั้นผลค่าของการวัดปริมาณรังสีกระเจิงจากเครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่ FUJI FILM จะมากกว่า SHIMADZU เล็กน้อย ดังนั้นเครื่องแต่ละเครื่องจะได้ผลค่าเฉลี่ยปริมาณรังสีกระเจิงที่ไม่เท่ากัน เพราะคุณภาพและปริมาณของลำรังสีเอกซ์ ได้แก่ kVp และ mAs ถือว่าเป็นปัจจัยหลัก (Primary factors) และยังมีปัจจัยอย่างอื่นที่ต้องคำนึงถึง เช่น ขนาดของ Focal Spot, SID, OID, Distortion, Central Ray Alignment, Grid, Beam Restriction Generator Output, Tube Filtration และ ชนิดของ Filters⁽⁶⁾

ผลของค่าเฉลี่ยปริมาณรังสีกระเจิงก็ขึ้นอยู่กับค่าปริมาณรังสีที่ให้เทคนิค พบว่าการให้ค่าเทคนิคมากกว่าก็จะทำให้ผลของค่าเฉลี่ยปริมาณรังสีกระเจิงมากกว่า เช่น ผลค่าเฉลี่ยปริมาณรังสีกระเจิงของค่าเทคนิค 85 kVp, 3.2

mAs มากกว่าผลค่าเฉลี่ยประมาณรังสีกระเจิงของค่าเทคนิค 85 kVp, 1.6 mAs ปริมาณรังสีเครื่อง FUJI FILM จะมากกว่า SHIMADZU เล็กน้อย รวมทั้งปริมาณรังสีกระเจิงจึงมากกว่าเล็กน้อย ดังการวัดค่าเฉลี่ยประมาณรังสีกระเจิงของค่าเทคนิค 85 kVp, 3.2 mAs มากกว่าค่าเทคนิค 85 kVp, 1.6 mAs และ 70 kVp, 0.63 mAs ตามลำดับ

เมื่อนำผลค่าเฉลี่ยปริมาณรังสีกระเจิงมาหาความสัมพันธ์กับมุมมองตำแหน่งที่ประมาณรังสีกระเจิงสูงสุดของเครื่องเอกซเรย์ SHIMADZU ทุกค่าเทคนิคและตำแหน่ง คือ 180 องศา และเครื่องเอกซเรย์ FUJI FILM ปริมาณรังสีกระเจิงสูงสุดทุกระยะทางในค่าเทคนิค 85 kVp, 3.2 mAs และ 70 kVp, 0.63 mAs คือ ตำแหน่ง 135 องศา และค่าเทคนิค 85 kVp, 1.6 mAs ทุกระยะทาง คือ ตำแหน่ง 45 องศา ดังนั้นถ้าอยู่ตำแหน่งดังกล่าวอาจได้รับปริมาณรังสีกระเจิงมากกว่าตำแหน่งอื่น มุมที่เครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่ทั้ง 2 เครื่อง มีปริมาณรังสีกระเจิงน้อยสุดตั้งแต่ 1.5 เมตร ขึ้นไป คือ มุมที่ 0 องศา สอดคล้องกับผลของ พรนิภา มหาวงษ์, ธารขวัญ ปันตามูล⁽²⁾ ในการศึกษารังสีทุติยภูมิจากการถ่ายภาพเครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่ เพราะมีเสาเครื่องเอกซเรย์ทำด้วยโลหะสามารถกันรังสีกระเจิงได้ เปรียบได้กับการใช้วัสดุกำบังรังสีเวลาในการเอกซเรย์ เมื่อระยะทางเพิ่มขึ้นค่าเฉลี่ยของปริมาณรังสีกระเจิงจะลดลงตามระยะทางที่มากขึ้น แต่ทุกระยะทางและทุกมุมมองที่กำหนดในการวัดค่าเฉลี่ยปริมาณรังสีกระเจิงยังค่าได้ทุกตำแหน่ง ดังนั้นค่าเฉลี่ยปริมาณรังสีกระเจิงไม่ได้ขึ้นอยู่กับมุมมองแต่ขึ้นอยู่กับปริมาณรังสีตามที่ได้กล่าวมาข้างต้น⁽⁴⁾

เมื่อนำผลค่าเฉลี่ยปริมาณรังสีกระเจิงสูงสุดที่ได้รับต่อชั่วโมงของเครื่องเอกซเรย์ SHIMADZU และ FUJI FILM มาคำนวณเพื่อหาปริมาณรังสีกระเจิงที่ได้รับต่อปี (mSv/yr) ซึ่งถ้าทำงานอยู่ตำแหน่งดังกล่าว โดยที่ใช้เครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่เฉลี่ย 0.5 ชั่วโมงต่อวัน (ระยะเวลาเฉลี่ยที่ทำการเอกซเรย์) โดยใช้งาน 5 วันต่อสัปดาห์และ 52 สัปดาห์ต่อปี ผลที่ได้ไม่เกินค่ามาตรฐานระดับความปลอดภัยทางรังสี มีค่าดังนี้ เครื่องเอกซเรย์ SHIMADZU และ FUJI FILM คือ 2, 3 mSv ที่ระยะทาง 4 เมตร โดยปริมาณรังสีกระเจิงต่ำสุดและเกณฑ์มาตรฐานระดับความปลอดภัยทางรังสีที่กำหนดไว้ (Dose Limit) คือ ปริมาณรังสีที่ร่างกายได้รับต้องไม่เกิน 5 mSv ต่อปี สำหรับผู้ปฏิบัติงานด้านรังสีและปริมาณรังสีที่ร่างกายได้รับต้องไม่เกิน 1 mSv ต่อปี สำหรับประชาชนทั่วไป⁽⁴⁾ ปริมาณรังสีกระเจิงตามเกณฑ์ระดับความปลอดภัยทางรังสีที่กำหนดไว้ (Dose Limit) ของผู้ปฏิบัติงานที่ระยะ 4 เมตร ดังนั้นในการถ่ายภาพรังสีด้วยเครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่ผู้ปฏิบัติงานควรยืนห่างจากหัวหลอดเอกซเรย์ประมาณ 4 เมตร ไม่ควรอยู่ตำแหน่งมุม 180 องศา ของเครื่องเอกซเรย์ SHIMADZU ตำแหน่งมุม 135 และ 45 องศา ของเครื่องเอกซเรย์ FUJI FILM ตำแหน่งที่มุม 0 องศา เป็นมุมที่ปริมาณรังสีกระเจิงน้อยสุด เจ้าหน้าที่ประจำตึก ผู้ป่วยหรือผู้ที่ไม่เกี่ยวข้องควรอยู่ห่างเกิน 4 เมตร และไม่ควรรอยู่ในตำแหน่งที่กล่าวมาแล้ว เพราะจากผลการคำนวณปริมาณรังสีต่อปีที่ค่าเทคนิคต่ำสุดค่าปริมาณรังสียังเกินค่ามาตรฐานระดับความปลอดภัยทางรังสี ทั้งนี้ควรปฏิบัติตามหลักการป้องกันอันตรายจากรังสีเป็นต้นด้วยหลัก 3 ประการ คือ ให้ระยะห่างมากที่สุดที่สามารถปฏิบัติงานได้ ใช้เวลาในการเอกซเรย์น้อยที่สุด และใช้ฉากกำบัง⁽²⁾

ในการปฏิบัติงานควรสวมอุปกรณ์ป้องกันอันตรายจากรังสี เช่น เสื้อตะกั่ว ไทรอยซิลด์ แว่นตาตะกั่วกันรังสี เป็นต้น ติดเครื่องวัดปริมาณรังสีทุกครั้งในการปฏิบัติงาน สำหรับเจ้าหน้าที่ประจำตึก ผู้ป่วยที่เดินได้ ญาติ และบุคคลที่อยู่ใกล้เคียงบริเวณที่เอกซเรย์ ควรหลบไปให้ระยะห่างปริมาณรังสีกระเจิง แต่ถ้าหลบไม่ได้ควรสวมอุปกรณ์ป้องกันอันตรายจากรังสี

สรุป

เครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่ทั้ง 2 เครื่อง ในตำแหน่งมุม 0 องศา มีปริมาณรังสีกระเจิงต่ำสุดเพราะอยู่หลังเสาเครื่องเอกซเรย์ที่ทำจากโลหะทำให้สามารถกันรังสีได้ ในการวัดปริมาณรังสีหรืออาจนำมาปรับใช้ในการป้องกันปริมาณรังสีกระเจิงอาจใช้หลบตำแหน่ง 0 องศา หรือหลังเสา ในกรณีที่อยู่ในห้องผู้ป่วยที่แคบ และออกห่างจากตำแหน่งหัวหลอดเอกซเรย์ไม่ได้ เช่น ห้องแยกผู้ป่วย ห้องผู้ป่วยโควิดที่ไม่สามารถดึงสายให้เกิน 4 เมตร เพื่อหลีกเลี่ยง

การได้รับปริมาณรังสีกระเจิงโดยไม่จำเป็น ปริมาณรังสีกระเจิงที่อยู่ในเกณฑ์ระดับความปลอดภัยทางรังสีที่กำหนดไว้ควรเว้นระยะห่างจากหลอดเอกซเรย์ถึงผู้ปฏิบัติงานต้องไม่น้อยกว่า 4 เมตร สำหรับผู้ปฏิบัติงาน และเจ้าหน้าที่ประจำตึกหรือผู้ที่เกี่ยวข้องมากกว่า 4 เมตร เพื่อจะได้รับปริมาณรังสีกระเจิงน้อยที่สุด โดยต้องมีเครื่องป้องกันรังสี เช่น ใส่อุปกรณ์ป้องกันทั้งผู้ปฏิบัติงานและผู้ที่เกี่ยวข้องที่อยู่บริเวณใกล้เคียง รวมทั้งการใช้สายแฮนด์สวิตช์หรือรีโมทสวิตช์

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณนางอนงค์ สิงการวชัย นักฟิสิกส์รังสีเชี่ยวชาญ นายกิตตินันท์ แซ่ลิ่ม นักฟิสิกส์รังสี สำนักรังสีและเครื่องมือแพทย์ กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข ที่ให้ความกรุณาเป็นที่ปรึกษาให้คำแนะนำการใช้เครื่องมือ การเก็บและวิเคราะห์ข้อมูลงานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความกรุณาอย่างสูงจากผู้บริหาร หัวหน้ากลุ่มงานรังสีวิทยา อาจารย์ที่ปรึกษา และผู้ร่วมงานทุกท่าน

เอกสารอ้างอิง

1. International Commission on Radiological Protection (ICRP). General principles for the radiation protection of workers, ICRP Publication 75. Oxford: Pergamon Press; 1997.
2. พรนิภา มหาวงษ์, ธารชัญ ปินตามูล. การศึกษาปริมาณรังสีทุดูดจากการถ่ายภาพเครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่. [ภาคนิพนธ์]. ภาควิชารังสีเทคนิค, คณะเทคนิคการแพทย์. นครปฐม: มหาวิทยาลัยมหิดล; 2548.
3. ICRPædia. Dose limits. [online]. 2019; [cited 2021 Jul 17]; [2 screens]. Available from: URL: http://icrpaedia.org/Dose_limits.
4. กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข. มาตรฐานคุณภาพเครื่องเอกซเรย์วินิจฉัยทางการแพทย์. กรุงเทพฯ: บริษัท บียอนด์ พับลิชชิง จำกัด; 2562.
5. วิศาล บุญประสาร, สิริยาพงศ์ สุวรรณโสภา. อุปกรณ์สำหรับการทดสอบเพื่อการตรวจรับและควบคุมคุณภาพเครื่องเอกซเรย์วินิจฉัยทั่วไป. วารสารรังสีวิทยาศิริราช 2560; 4(2); 115-26.
6. Exposure technique factors. ใน: จงวัฒน์ ชิวกุล. หลักสูตรรังสีเทคนิค. สงขลา: ภาควิชารังสีวิทยา คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. [ออนไลน์]. 2560; [สืบค้น 22 ม.ค. 2564]; [4 หน้า]. เข้าถึงได้ที่: URL: https://meded.psu.ac.th/binlaApp/radio3/365-302/Exposure_Technique_Factors/index.html.

Analysis of the Scattered Radiation and Protection Practice from Mobile X-ray Units

Wasan Buthpa

Nakhon Pathom Hospital, Amphoe Muang, Nakhon Pathom 73000, Thailand

ABSTRACT This study aimed to compare the scattered radiation from two portable x-ray machines (SHIMADZU Mobile Art Evolution and FUJI FILM FDR Go Plus) at Nakhon Pathom Hospital. The radiation safety distance of staffs was also analyzed. The scatter radiation was measured by a survey meter at the height of 0.8 meter from the floor, representing the gonad level of a 1.75 meter human height. This level is similar to the height of the gurney. The measurements were collected with varying angles of 0, 45, 90, 135, 180, 225, 270 and 315 degrees at various distances of 0.5, 1.5, 3.0 and 4.0 meters from portable x-ray machines. The exposure technique for chest AP supine radiography was 85 kVp, 1.6 mAs for adult patients and 70 kVp, 0.63 mAs for pediatric patients. The exposure technique for pelvic AP was 85 kVp, 3.2 mAs, at 1 m SID. The 14 × 17" DR detector was used for radiographic imaging. The result showed that the amount of scattered radiation was inversely proportion to the distance from the patient, but it did not depend on the direction. In this study, the radiation exposure that the staffs and public received did not exceed the radiation exposure limit of <20 mSv/yr and <1 mSv/yr, respectively. For the safety practice, the staffs should keep the distance more than 4 m, stand at 0 degree from the x-ray tube, and wear lead apron.

Keywords: Scattered radiation, Radiation protection, Mobile X-ray unit