

นิพนธ์ต้นฉบับ

การประเมินปริมาณรังสีที่ผิวหนังผู้ป่วยได้รับจากการถ่ายภาพเอกซเรย์ Assessment of Entrance Skin Dose for Patients Undergoing Radiography

Received: April 24, 2020

Accepted: Nov. 15, 2021

Published: Dec. 15, 2021

บุญเสริม เนยสูงเนิน¹ เจษฎา ตันธนุช²

¹ภาควิชารังสีเทคนิค คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

²สาขาวิชาคณิตศาสตร์ สำนักวิชาวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

Boonserm Nerysungnoen¹, Jessada Tanthanuch²

¹ Department of Radiological Technology, Faculty of Allied Health Sciences, Thammasat University

² School of Mathematics, Institute of Science, Suranaree University of Technology

บทคัดย่อ

รังสีเอกซ์ถูกนำมาใช้ถ่ายภาพเอกซเรย์ผู้ป่วยเพื่อวินิจฉัยโรคแต่ในขณะถ่ายภาพเอกซเรย์ผู้ป่วยจะได้รับรังสีไปด้วย เพราะว่ารังสีเอกซ์สำหรับแต่ละเครื่องเอกซเรย์มีปริมาณและคุณภาพที่แตกต่างกัน จึงมีความสำคัญยิ่งสำหรับนักรังสีการแพทย์ที่จะเป็นผู้ตั้งค่าการให้ปริมาณรังสีที่เหมาะสมกับผู้ป่วยที่เข้ามารับการถ่ายภาพเอกซเรย์ วิธีการของ IAEA Technical Reports Series No. 457 สำหรับประเมินปริมาณรังสีที่ผิวหนังผู้ป่วยได้รับจากการถ่ายภาพเอกซเรย์มีขั้นตอนเริ่มจากการวัดค่า X-ray tube output ของเครื่องเอกซเรย์แล้วประมาณค่าเส้นแนวโน้มจากความสัมพันธ์ของค่า kVp กับ ค่า X-ray tube output เพื่อให้ได้ตัวแบบสำหรับการคำนวณค่า X-ray tube output ที่ kVp ต่าง ๆ หลังจากนั้นคำนวณ ค่า Entrance Surface Air Kerma จากข้อมูลการตั้งค่าเทคนิค ได้แก่ ค่า kVp, mAs, FOD และความหนาของผู้ป่วย วิธีการนี้สามารถนำไปใช้ประเมินปริมาณรังสีที่ผิวหนังผู้ป่วยในท่าต่าง ๆ เพื่อเป็นปริมาณรังสีอ้างอิงสำหรับเครื่องเอกซเรย์แต่ละเครื่อง มีประโยชน์เพื่อใช้สำหรับควบคุมปริมาณรังสีที่ผู้ป่วยได้รับ

คำสำคัญ: ปริมาณรังสีที่ผิวหนังผู้ป่วย, การถ่ายภาพเอกซเรย์, ไอเออีเอ รายงานทางเทคนิค ชุดที่ 457

Corresponding author: บุญเสริม เนยสูงเนิน E-mail: boonserm.n@allied.tu.ac.th

Original article

Abstract

Received: April 24,2020

Accepted: Nov. 15,2021

Published: Dec. 15,2021

Medical providers use x-rays on patients to diagnose diseases; however, the patients undergoing x-rays will be exposed to radiation. Since X-rays of each machine are different in quantity and quality, it is very important for radiological technologists to calibrate the exposure technique properly for each patient undergoing radiography. Technologists can use the International Atomic Energy Agency (IAEA) Technical Reports Series No. 457 method to evaluate the patient skin dose receiving from x-ray examination. The process begins with the X-ray tube output measurement of the X-ray machine. Then one estimates the trend line from the relationship of kilovoltage peak (kVp) and X-ray tube output. The result is a model for calculating X-ray tube output as function of various kVp. After that, one can calculate the Entrance Surface Air Kerma value from the technical setting data from kVp, milli-ampere-second (mAs), focus-to-object distance (FOD), and patient thickness. This method can be used to assess the amount of radiation for patient skin dose in different positions, which can be used as the reference dose for each X-ray machine. The benefit of developing this method is that it can be used to control the amount of radiation that the patients receive.

Keywords: Entrance skin dose, radiography, IAEA Technical reports series No. 457

Corresponding author: Boonserm Nerysungnoen E-mail: boonserm.n@allied.tu.ac.th

บทนำ

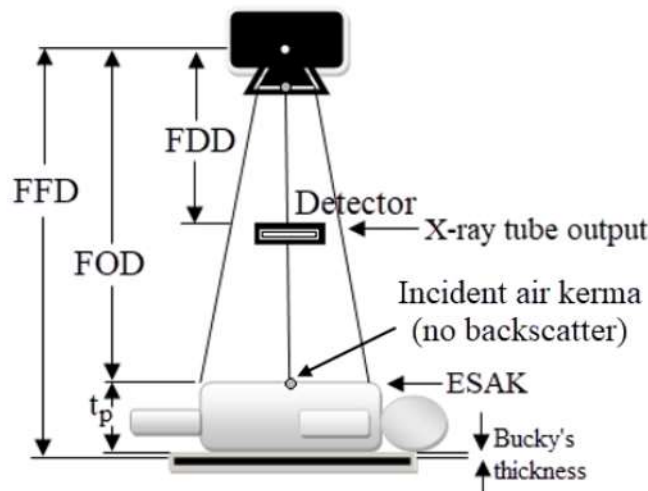
รังสีเอกซ์ (X-ray) ถูกนำมาใช้ถ่ายภาพเอกซเรย์ผู้ป่วย เพื่อช่วยให้การวินิจฉัยโรคทำได้แม่นยำ สามารถมองเห็นความผิดปกติที่เกิดขึ้นในตัวผู้ป่วยได้จากภาพเอกซเรย์ โดยไม่ต้องทำการผ่าตัดและส่งผลดีต่อการรักษา แต่ในขณะที่ทำการถ่ายภาพด้วยรังสีเอกซ์เพื่อให้ได้ภาพเอกซเรย์สำหรับการวินิจฉัยโรค ผู้ป่วยที่ได้รับการถ่ายภาพเอกซเรย์จะได้รับปริมาณรังสีในบริเวณที่ถูกเอกซเรย์ เช่น ผิวหนังในส่วนที่ได้รับการฉายรังสีเอกซ์ หรืออวัยวะที่รังสีเอกซ์ทะลุผ่าน ปริมาณรังสีที่ผู้ป่วยได้รับจะมีผลโดยตรงกับการเกิดผลทางชีววิทยาอันเนื่องมาจากการได้รับรังสี โดยทบวงการพลังงานปรมาณูระหว่างประเทศ (International Atomic Energy Agency: IAEA) ได้เสนอแนะปริมาณรังสีจากการถ่ายภาพรังสีและวิธีการสำหรับประเมินปริมาณรังสีที่ผู้ป่วยได้รับ (IAEA, 1996) เนื่องด้วยปริมาณรังสีเอกซ์ของแต่ละเครื่องจะมีปริมาณและคุณภาพที่แตกต่างกัน จึงมีความสำคัญยิ่งสำหรับนักรังสีการแพทย์ที่จะเป็นผู้ตั้งค่าการให้ปริมาณรังสีที่เหมาะสมกับผู้ป่วยที่เข้ามารับการถ่ายภาพเอกซเรย์

ผลการศึกษาของ Atchara Promduang et al. (2019) ได้ศึกษา A Study of Entrance Surface Air Kerma for Patients Undergoing Chest and Abdomen from Digital Radiography at Chulabhorn Hospital จากการศึกษาค่า ESAK (Entrance Surface Air Kerma) ตามวิธีการของ IAEA Technical Reports Series No. 457 พบว่าค่า ESAK เฉลี่ย จากการถ่ายภาพเอกซเรย์ทรวงอกท่า PA (Posteroanterior) ของผู้ป่วยเพศหญิง 0.08 mGy และของผู้ป่วยเพศชาย 0.09 mGy และจากการถ่ายภาพเอกซเรย์ช่องท้องท่า AP (Anteroposterior) ของผู้ป่วยเพศหญิง 0.98 mGy และของผู้ป่วยเพศชาย 1.06 mGy (Promduang, Pongnapang, Ritlumert, Tangruangkit & Phonlakrai, 2019) และ ผลการศึกษา Assessment of ESAK and ED for Adult's Patients Examined by Computed Radiography จากการศึกษาค่า ESAK ตามวิธีการของ IAEA Technical Reports Series No. 457 ในทำการตรวจเอกซเรย์ท่าต่าง ๆ ได้แก่ Skull (AP) 0.88-3.30 mGy, Skull (Lateral) 0.59-1.87 mGy, Chest PA 0.03-2.00 mGy, Lumbar spine AP 1.50-3.40 mGy, Lumbar spine (Lateral) 2.60-5.15 mGy และ Pelvis AP 1.05-4.40 mGy (Alameen, Badrey, Abdullateef & Ahmed, 2016)

Uniyal et al ได้ศึกษา Estimation of entrance surface air kerma due to diagnostic X-ray examinations of adult patients in Uttarakhand, India and establishment of local diagnostic reference levels ศึกษาค่า ESAK ตามวิธีการของ IAEA Technical Reports Series No. 457 ในทำการตรวจเอกซเรย์ท่าต่าง ๆ ได้แก่ Chest PA, Cervical spine AP, Skull PA, Abdomen AP, KUB (kidney, ureter and bladder), Lumbar spine AP and Lateral, Pelvis AP, Thoracic spine AP และ Thoracic spine Lateral (Uniyal, Chaturvedi, Sharma & Raghuvanshi, 2017) และ วิชัย วิชชาธรตระกูล และคณะ (2553) ได้ศึกษา ปริมาณรังสีที่ผิวหนังของผู้ป่วยที่ได้รับจากการถ่ายภาพรังสีทรวงอกในโรงพยาบาลศรีนครินทร์ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น กล่าวไว้ว่า ปริมาณรังสีที่ผิวหนังผู้ป่วย จากการตั้งเทคนิคการฉายรังสีสำหรับผู้ป่วยในการตรวจวินิจฉัยทรวงอก มีค่าเฉลี่ยและเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 75 เท่ากับ 0.2 และ 0.23 mGy ซึ่งไม่เกินค่าปริมาณรังสีอ้างอิงค่ามาตรฐาน IAEA (Witchathorntrakun, Wongsanon & Kheonkaew, 2010) นอกจากนี้ ศักดิ์ชัย ศิริปรีชากุล (2555) ได้ศึกษา การศึกษาปริมาณรังสีที่ผิวของผู้ป่วยที่ได้รับจากการถ่ายภาพรังสีทรวงอกในโรงพยาบาลกาฬสินธุ์ กล่าวไว้ว่าผลการวัดปริมาณรังสีที่ผิวทางเข้าผู้ป่วย โดยวัดบนหุ่นจำลองส่วนร่างกายบริเวณทรวงอกด้วยเครื่องวัดรังสี UNFORS กลุ่มที่ 1 ใช้ค่าความต่างศักย์ที่จ่ายให้กับหลอด

เอกซเรย์ตั้งแต่ 75 (68-82) kVp และค่ากระแสหลอดคูณกับเวลาอยู่ในช่วง 15 (10-20) mAs ปริมาณรังสีที่ผิวทางเข้าผู้ป่วยบริเวณทรวงอก มีค่าเฉลี่ยและเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 75 เท่ากับ 0.178 และ 0.220 mGy ตามลำดับ ผลการวัดปริมาณรังสีในกลุ่มที่ 2 ใช้ค่าความต่างศักย์ที่จ่ายให้กับหลอดเอกซเรย์ตั้งแต่ 89 (82-96) kVp และค่ากระแสหลอดคูณกับเวลาอยู่ในช่วง 5 (2-8) mAs ปริมาณรังสีที่ผิวทางเข้าผู้ป่วยบริเวณทรวงอกมีค่าเฉลี่ยและเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 75 เท่ากับ 0.089 และ 0.123 mGy ตามลำดับ (Siripreeshakul, 2012)

เทคนิคการวัดค่าปริมาณรังสีตาม IAEA Technical Reports Series No. 457 เมื่อ Incident air kerma หรือ Air kerma เป็นผลลัพธ์ที่ได้จากการหารผลรวมของ Kinetic energies ของ Charged particles ที่หลายที่เกิดจากการชนกับตัวกลางที่มีมวลเป็น kg ในอากาศจากลำแสงเอกซเรย์ที่ถูกวัดที่แนวกึ่งกลางของลำแสงที่ตำแหน่งผิวของผู้ป่วยหรือผิวของแฟนทอม (Phantom) แสดงดังภาพที่ 1 ซึ่งค่า Incident air kerma ไม่ได้นำ Backscatter มาเกี่ยวข้อง (IAEA, 2007)



ภาพที่ 1 ตำแหน่งการวัดปริมาณรังสี

จากภาพที่ 1 แสดงการวัดปริมาณรังสีจากเครื่องเอกซเรย์ โดยตัวตรวจหา (Detector) หรือหัววัดรังสีต้องตั้งฉากกับแนวลำรังสี การวัดปริมาณรังสีจะวัดที่ระยะเอฟดีดี (FDD: Focus to detector distance) ซึ่งเป็นระยะจากจุดโฟกัส (Focal spot) ของหลอดเอกซเรย์ถึงหัววัดรังสี วัดที่ระยะเอฟโอดี (FOD: Focus to object distance) ซึ่งเป็นระยะจาก Focal spot ของหลอดเอกซเรย์ถึงวัตถุหรือผู้ป่วย และวัดที่ระยะเอฟเอฟดี (FFD: Focus to film distance) ซึ่งเป็นระยะจาก Focal spot ของหลอดเอกซเรย์ถึงฟิล์มหรือแผ่นรับสัญญาณภาพเอกซเรย์ โดย t_p คือ ความหนาของผู้ป่วยและ Bucky's thickness เป็นระยะระหว่างผู้ป่วยกับฟิล์มหรือแผ่นรับสัญญาณภาพเอกซเรย์ (IAEA, 2007)

ระยะทางที่ห่างจากจุดกำเนิด (Source) รังสีจะมีความเข้มของปริมาณรังสีเป็นไปตามกฎกำลังสองผกผัน (Inverse square law) โดยความเข้มของรังสีแปรผกผันกำลังสองของระยะทางดังสมการ (Bushong, 2017)

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{D_2^2}{D_1^2}$$

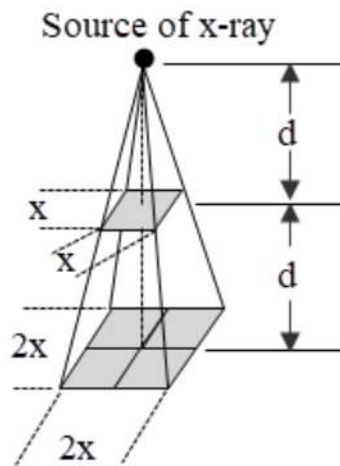
เมื่อ

I_1 = ความเข้มของรังสีที่จุดอ้างอิงที่ 1

I_2 = ความเข้มของรังสีที่จุดอ้างอิงที่ 2

D_1 = ระยะทางจากจุดกำเนิดรังสีถึงจุด d

D_2 = ระยะทางจากจุดกำเนิดรังสีถึงจุด 2d



ภาพที่ 2 แสดงความเข้มของรังสีตามกฎกำลังสองผกผัน

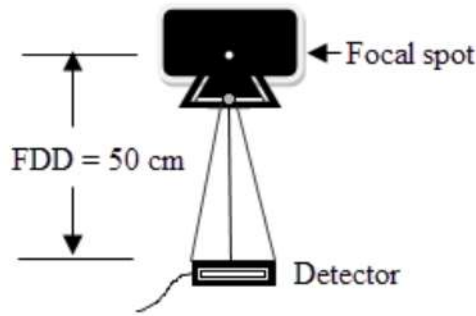
จากภาพที่ 2 ถ้าความเข้มของรังสีที่จุดอ้างอิงที่ 1 มีความเข้มของรังสีเท่ากับ 1 และระยะห่างจากจุดกำเนิดรังสีเท่ากับ d หากจุดอ้างอิงที่ 2 มีระยะห่างจากจุดกำเนิดรังสีเท่ากับ $2d$ ดังนั้น ความเข้มของรังสีที่จุดอ้างอิงที่ 2 คือ

$$I_2 = \frac{I_1 D_1^2}{D_2^2} = \frac{1 \times (d)^2}{(2d)^2} = \frac{1}{4}$$

จากการแทนค่าที่กำหนดให้ และคำนวณตามสมการได้ความเข้มของรังสีที่จุดอ้างอิงที่ 2 คือ $\frac{1}{4}$ ซึ่งเป็นไปตามกฎกำลังสองผกผัน

Entrance surface air kerma (ESAK) เป็น Kerma ในอากาศจากลำแสงเอกซที่ถูกวัดที่แนวกึ่งกลางของลำแสงที่ตำแหน่งผิวของผู้ป่วยหรือผิวของแพนทอม ซึ่งค่า ESAK ได้นำ Backscatter มาคำนวณด้วย (IAEA, 2007)

X-ray tube output เป็นผลลัพธ์ที่ได้จากการหารของ Air kerma ที่ระยะทางระยะหนึ่งจากจุดโฟกัสของหลอดเอกซเรย์ด้วย Tube current-exposure time product หรือ mAs (IAEA, 2007)



ภาพที่ 3 แผนภาพการวัดค่า X-ray tube output ของเครื่องเอกซเรย์

การวัดค่า X-ray tube output (IAEA, 2007) ของเครื่องเอกซเรย์ (ภาพที่ 3) ทำการวัดด้วยหัววัดรังสีที่ระยะเอฟดีดีหรือระยะจากจุด focal spot ถึง detector เช่น วัดที่ 50 cm โดยวางหัววัดรังสีตั้งฉากและตรงศูนย์กลางของแนวลำรังสีเปิด Field size 10 cm x 10 cm หรือให้คลุมบริเวณส่วนตอบสนองของหัววัดรังสีของเครื่องวัด ตั้งค่าเอกซโพเชอร์ (exposure) เช่น 50kVp 10mAs, 60kVp 10mAs, 70kVp 10mAs, 80kVp 10mAs, 90kVp 10mAs, และ 100kVp 10mAs ทำการ expose 3 ครั้ง ทุกค่า exposure เพื่อคำนวณค่า air kerma ($K(d)$) (IAEA, 2007) ดังสมการ

$$K(d) = \overline{M} N_{K,Q} K_Q K_{t,p}$$

เมื่อ

$K(d)$ คือค่า air kerma มีหน่วย mR หรือ mGy

\overline{M} เป็นค่าเฉลี่ยของค่า dosimeter reading มีหน่วย mR หรือ mGy

$N_{K,Q}$ หรือค่า CF คือค่า calibration factor ของ dosimeter ซึ่งได้มาจากการสอบเทียบมาตรฐาน

K_Q เป็นค่าแก้ความแตกต่างในการตอบสนองของ dosimeter (≈ 1)

$K_{t,p}$ เป็นค่าแก้อุณหภูมิและความดันนิยามโดย

$$K_{t,p} = \left(\frac{273.2 + T}{273.2 + T_0} \right) \left(\frac{P_0}{P} \right) \text{ เมื่อ } T_0 = 20 \text{ }^\circ\text{C}, P_0 = 101.3 \text{ kPa}$$

เมื่อ T แทนอุณหภูมิ ($^\circ\text{C}$) และ P แทนความดัน (kPa)

ตัวอย่างการคำนวณค่าแก้อุณหภูมิและความดัน จากสภาพแวดล้อมของห้องเอกซเรย์ เช่น ห้องเอกซเรย์อุณหภูมิ 25.6 $^\circ\text{C}$ ความดันบรรยากาศ 99.0 kPa มีดังนี้

$$K_{t,p} = \left(\frac{273.2 + 25.6}{273.2 + 20} \right) \left(\frac{101.3}{99.0} \right) \approx 1.0428$$

ดังนั้นค่าแก๊วณหภูมิและความดันเท่ากับ 1.0428 อย่างไรก็ตามหาก dosimeter สามารถใส่ค่าแก้ได้ ก็ไม่จำเป็นต้องคำนวณ

ค่า Calibration factor ของ dosimeter ซึ่งได้มาจากการสอบเทียบมาตรฐานที่ห้องปฏิบัติการวัดรังสีมาตรฐานทุติยภูมิ (Secondary Standard Dosimetry Laboratory, SSDL) หากสมมติให้เท่ากับ 0.98 จะสามารถหาค่า Air kerma ได้ดังที่ปรากฏในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่า Air kerma

| kVp | mAs | Output (mGy) | | | | $N_{K,Q}$ | K_Q | $K_{t,p}$ | Air kerma (mGy) |
|-----|-----|--------------|------------|------------|-----------|-----------|-------|-----------|-----------------|
| | | ครั้งที่ 1 | ครั้งที่ 2 | ครั้งที่ 3 | ค่าเฉลี่ย | | | | |
| 50 | 10 | 0.7884 | 0.7941 | 0.7897 | 0.7907 | 0.98 | 1 | 1.0428 | 0.8081 |
| 60 | 10 | 1.1855 | 1.1918 | 1.1894 | 1.1889 | 0.98 | 1 | 1.0428 | 1.2150 |
| 70 | 10 | 1.6337 | 1.6405 | 1.6387 | 1.6376 | 0.98 | 1 | 1.0428 | 1.6736 |
| 80 | 10 | 2.0235 | 2.0312 | 2.0272 | 2.0273 | 0.98 | 1 | 1.0428 | 2.0718 |
| 90 | 10 | 2.5153 | 2.5231 | 2.5184 | 2.5189 | 0.98 | 1 | 1.0428 | 2.5742 |
| 100 | 10 | 2.9148 | 2.9214 | 2.9186 | 2.9183 | 0.98 | 1 | 1.0428 | 2.9823 |

การคำนวณค่า X-ray tube output หรือ $Y(d)$ ได้จากค่า air kerma ทหารด้วย mAs ดังสมการ

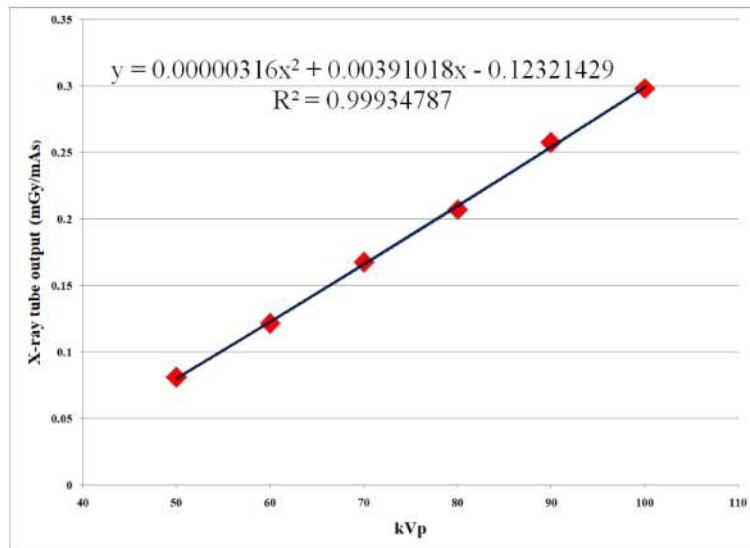
$$Y(d) = \frac{K(d)}{mAs}$$

ดังนั้นจะสามารถหาค่า X-ray tube output ได้ดังที่ปรากฏในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่า X-ray tube output ของเครื่องเอกซเรย์

| kVp | mAs | ค่า Air kerma (mGy) | X-ray tube output (mGy/mAs) |
|-----|-----|---------------------|-----------------------------|
| 50 | 10 | 0.8081 | 0.0808 |
| 60 | 10 | 1.2150 | 0.1215 |
| 70 | 10 | 1.6736 | 0.1674 |
| 80 | 10 | 2.0718 | 0.2072 |
| 90 | 10 | 2.5742 | 0.2574 |
| 100 | 10 | 2.9823 | 0.2982 |

การประมาณค่าเส้นแนวโน้มจากความสัมพันธ์ของ ค่า kVp กับ ค่า X-ray tube output โดยใช้พหุนามการถดถอยอันดับสอง (Polynomial regression order 2) และค่า R² ของสมการดังกล่าว (ค่า R square ที่ใกล้เคียงกับ 1 แสดงความแม่นยำของการประมาณค่าสมการที่ได้) สามารถพิจารณาได้จากภาพที่ 4.



ภาพที่ 4 กราฟประมาณค่าเส้นแนวโน้มจากความสัมพันธ์ของ kVp กับ X-ray tube output

จากข้อมูลข้างต้นทำให้ได้ตัวแบบ (Model) สำหรับคำนวณค่า X-ray tube output ที่ kVp ต่าง ๆ ที่ใช้ในการถ่ายภาพรังสีผู้ป่วยดังนี้

$$X\text{-ray tube output} = 0.00000316 \text{ kVp}^2 + 0.00391018 \text{ kVp} - 0.12321429$$

การคำนวณค่าปริมาณรังสีที่ผิวหนังผู้ป่วยได้รับ หรือ ESAK (IAEA, 2007) สามารถคำนวณได้ดังสมการ

$$ESAK = Y(d) \times mAs \times \left(\frac{FDD}{FOD} \right)^2 \times BSF$$

เมื่อ

ESAK คือ Entrance Surface Air Kerma (mGy)

Y(d) คือค่า X-ray tube output ของเครื่องเอกซเรย์ (mGy/mAs)

mAs คือค่าเอ็มเอเอสหรือกระแสหลอดคูณด้วยเวลา (mAs)

FDD คือระยะทางจาก Focal spot ถึง detector วัดรังสี (cm)

FOD คือระยะทางจากจุดโฟกัสของหลอดเอกซเรย์ถึงผิวหนังผู้ป่วย (cm)

BSF คือ Back Scatter Factor

ตัวอย่างการประเมินปริมาณรังสีที่ผิวหนังผู้ป่วยได้รับ (ESAK) จากการถ่ายภาพเอกซเรย์ตามวิธีการของ IAEA Technical Reports Series No. 457 (IAEA, 2007) มีขั้นตอนดังนี้



ภาพที่ 5 อุปกรณ์วัดความหนาผู้ป่วย

การคำนวณค่า ESAK ของผู้ป่วยเอกซเรย์ทรวงอกท่า PA upright วัดความหนาบริเวณทรวงอกตรงจุด center ray ประมาณกระดูกสันหลัง thoracic ที่ 7 โดยใช้อุปกรณ์วัดความหนาผู้ป่วย (ภาพที่ 5) ได้เท่ากับ 20 cm ตั้งค่าเทคนิค 94kVp, 3mAs, ค่า *FFD* เท่ากับ 180 cm, ใช้ grid, Bucky หนา 3 cm

1. คำนวณค่า $Y(d)$ หรือ ค่า X-ray tube output ของเครื่องเอกซเรย์ จากการตั้งค่า kVp = 94 จาก Model สำหรับคำนวณค่า X-ray tube output ที่ kVp ต่าง ๆ

$$\text{X-ray tube output} = 0.00000316 \text{ kVp}^2 + 0.00391018 \text{ kVp} - 0.12321429$$

แทนค่า kVp = 105 ที่ตั้งในการเอกซเรย์ทรวงอกท่า PA upright ในครั้งนี้

$$\text{X-ray tube output} = 0.00000316 \times (94)^2 + 0.00391018 \times 94 - 0.12321429 = 0.2723 \text{ mGy/mAs}$$

2. ค่า *mAs* ที่ตั้งให้กับผู้ป่วยเท่ากับ 3
3. ค่า *FDD* = 50 cm
4. ค่า *FOD* คำนวณได้จากระยะจาก focal spot ถึงแผ่นรับสัญญาณภาพ (180 cm) - ความหนาผู้ป่วย (20 cm) - ความหนา Bucky (3 cm) = 157 cm
5. ค่า *BSF* สมมติให้เท่ากับ 1.37

คำนวณค่า *ESAK* หรือ ค่า Entrance Surface Air Kerma จาก

$$ESAK = Y(d) \times mAs \times \left(\frac{FDD}{FOD} \right)^2 \times BSF$$

แทนค่า

$$ESAK = 0.2723 \times 3 \times \left(\frac{50}{157} \right)^2 \times 1.37 = 0.1135$$

ดังนั้นผู้ป่วยเอกซเรย์ทรวงอกท่า PA upright ความหนาบริเวณทรวงอก 20 cm ตั้งค่าเทคนิค 94kVp, 3mAs, FFD เท่ากับ 180 cm, ใช้ grid, bucky หนา 3 cm จะมีค่า *ESAK* เท่ากับ 0.1135 mGy

บทสรุป

วิธีการของ IAEA Technical Reports Series No. 457 สามารถนำมาประยุกต์ใช้เพื่อหาค่า *ESAK* สำหรับเครื่องเอกซเรย์แต่ละเครื่อง เช่น มีผู้ป่วยมาเอกซเรย์ ถ้ามีผู้ป่วยหรือมีเหตุการณ์ที่จะต้องคำนวณปริมาณรังสีที่ได้รับจากการเอกซเรย์ทั่วไป สามารถสืบค้นเพื่อคำนวณปริมาณรังสีที่ผู้ป่วยได้รับ โดยสืบค้นทำการตรวจ และเทคนิคที่ตั้งค่าสำหรับถ่ายภาพเอกซเรย์ได้ รวมทั้งใช้ประโยชน์สำหรับคำนวณปริมาณรังสีที่ผู้ป่วยได้รับจากการตั้งค่า kVp และ mAs สำหรับนักรังสีการแพทย์ที่จะตั้งค่าสำหรับถ่ายภาพเอกซเรย์ให้ผู้ป่วย โดยตั้งค่าให้ผู้ป่วยได้รับรังสีต่ำสุดแต่ภาพเอกซเรย์มีคุณภาพที่สามารถวินิจฉัยได้ เป็นต้น ซึ่งจะเป็นการพัฒนาคุณภาพงานด้านรังสีวินิจฉัยและเป็นประโยชน์ต่อผู้ป่วยที่เข้ามาใช้บริการการถ่ายภาพเอกซเรย์ต่อไป

ข้อเสนอแนะ

การประเมินปริมาณรังสีที่ผิวหนังผู้ป่วยได้รับจากการถ่ายภาพเอกซเรย์มีหลายวิธี และการประเมินปริมาณรังสีที่ผิวหนังผู้ป่วยตามวิธีการของ IAEA Technical Reports Series No. 457 เป็นทางเลือกหนึ่งที่สามารถใช้เป็นแนวทางสำหรับการประเมินปริมาณรังสีที่ผู้ป่วยได้รับจากการถ่ายภาพเอกซเรย์ และสามารถใช้ในการประเมินปริมาณรังสีที่ผิวหนังผู้ป่วยได้รับจากการถ่ายภาพเอกซเรย์ในท่าต่าง ๆ เพื่อใช้เป็นปริมาณรังสีอ้างอิงสำหรับเครื่องเอกซเรย์แต่ละเครื่อง

References

- Alameen, S., Badrey, F.A.A., Abdullateef, A.S., Ahmed, A.M. (2016). Assessment of ESAK and ED for Adult's Patients Examined by Computed Radiography. *International Journal of Medical Physics, Clinical Engineering and Radiation Oncology*, 5(4): 281-287.
- Bushong, S. C. (2017). *Radiologic science for technologist physics, biology, and protection*. 11th ed. Missouri: Elsevier.
- International Atomic Energy Agency. (1996). *International basic safety standards for protection against ionizing radiation and for the safety of radiation sources*, IAEA Safety series no. 115. Vienna: IAEA.
- International Atomic Energy Agency. (2007). *Dosimetry in diagnostic radiology: an international code of practice*, TRS No. 457. Vienna: IAEA.
- Promduang A., Pongnapang, N., Ritlumlert, N., Tangruangkiat, T., Phonlakrai, M. (2019). A Study of Entrance Surface Air Kerma for Patients Undergoing Chest and Abdomen from Digital Radiography at Chulabhorn Hospital. *Journal of Health Science and Medical Research*, 37(1): 51-60. (In Thai).
- Siripreeshakul, S. (2012). A study of Entrance skin Dose measurements of patient undergoing chest radiography in Kalsin Hospital. *Research and Development Health System Journal*, 5(1): 87-94. (In Thai).
- Uniyal, S.C., Chaturvedi, V., Sharma, S.D., Raghuvanshi, S. (2017). Estimation of Entrance Surface Air Kerma Due to Diagnostic X-ray Examinations of Adult Patients in Uttarakhand, India and Establishment of Local Diagnostic Reference Levels. *Australasian Physical & Engineering Sciences in Medicine*, 40(3): 687-694. (In Thai).
- Witchathorntrakun, W., Wongsanon, S., Kheonkaew, B. (2010). Skin Radiation Dose of Patient Undergoing Chest Radiography in Srinagarind Hospital, Faculty of Medicine, Khon Kaen University. *Srinagarind Medical journal*, 25(2): 120-124. (In Thai).