

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่าเควีพีกับค่าเอาต์พุตของเครื่องเอกซเรย์ทั่วไป โรงพยาบาลหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

Study of the relation between kVp and X-ray tube output of general X-ray machine at Hua Hin Hospital, Prachuap Khiri Khan

■ ฉวี บุญคล้าย*
Chawee Bunkloy*

กลุ่มงานรังสีวิทยา โรงพยาบาลหัวหิน จ. ประจวบคีรีขันธ์
Department of Radiology, Hua Hin Hospital, Prachuap Khiri Khan Province, Thailand

* ผู้รับผิดชอบบทความ (Email: kaewpinthong@hotmail.com)

* Corresponding author (Email: kaewpinthong@hotmail.com)

Received June 2017

Accepted as revised July 2017

Abstract

Introduction: X-rays are used to diagnose abnormalities in body. However, during radiographs patients will receive radiation doses. As X-ray machine has different quantities and quality of X-rays, it is therefore important for radiological technologists to set radiation doses for particular patients.

Objectives: To study the X-ray tube output for general x-ray equipment and to evaluate radiation dose of patient at Hua Hin Hospital, Prachuap Khiri Khan.

Materials and methods: Relationship between kVp and X-ray tube output of the X-ray machine (Shimadzu HD150B-30 SN: 6114462, Philips Duo Diagnost SN: 04612 and Carestream DRX Revolution SN: 0722) was studied. Entrance surface air kerma of patients exposed from general X-ray machine was evaluated according to the guidelines of IAEA TRS No. 457.

Results: Regression of output from Shimadzu HD150B-30, Philips Duo Diagnost output, and Carestream DRX Revolution was $0.003707 \times \text{kVp} - 0.137668$, $0.003598 \times \text{kVp} - 0.134144$, and $0.003712 \times \text{kVp} - 0.136235$, respectively. ESAKs of Skull AP 1.37, 1.32, 1.18 and lateral 0.86, 0.83, 0.90 mGy, chest PA 0.13, 0.12, 0.06 and lateral 0.80, 0.77, 0.64 mGy, T spine AP 1.85, 1.83, 1.33 and lateral 8.80, 8.52, 7.22 mGy, abdomen AP 1.94, 1.88, 1.37 mGy, LS spine AP 2.16, 2.14, 1.55 and lateral 10.99, 10.64, 8.32 mGy, pelvis AP 1.55, 1.50, 0.96 mGy and hip AP 1.32, 1.28, 0.75 mGy were observed from Shimadzu HD150B-30, Philips Duo Diagnost and Carestream DRX Revolution, respectively.

Conclusion: ESAKs of this study were lower than dose reference levels of IAEA.

Journal of Associated Medical Sciences 2017; 50(3): 450-460

Keywords: X-ray tube output, kVp, ESAK

บทคัดย่อ

ที่มาและความสำคัญ: รังสีเอกซ์ถูกนำมาใช้เพื่อวินิจฉัยความผิดปกติของร่างกาย แต่ขณะที่ผู้ป่วยได้รับการถ่ายภาพเอกซเรย์จะได้รับปริมาณรังสี เนื่องจากเครื่องเอกซเรย์แต่ละเครื่องมีปริมาณและคุณภาพของรังสีเอกซ์ที่แตกต่างกัน จึงเป็นความสำคัญสำหรับนักรังสีการแพทย์เพื่อตั้งค่าการให้ปริมาณรังสีแก่ผู้ป่วย

วัตถุประสงค์: เพื่อศึกษาค่าเอาต์พุตของหลอดเอกซเรย์สำหรับเครื่องเอกซเรย์ทั่วไปและประเมินปริมาณรังสีที่ได้รับ ในผู้ป่วยโรงพยาบาลหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

วัสดุและวิธีการศึกษา: ขั้นตอนประกอบด้วยการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่าเควีฟีกกับค่าเอาต์พุตของเครื่องเอกซเรย์ชนิดซีรุ่นเอชดี 150 บี-30 หมายเลขเครื่อง 6114462 เครื่องเอกซเรย์ฟิลิปส์ รุ่นดูโอ ไดแอกโนสท์ หมายเลขเครื่อง 04612 และเครื่องเอกซเรย์แคสตริม รุ่นดีอาร์เอ็กซ์ เรฟโวลูชัน หมายเลขเครื่อง 0722 จากนั้นประเมินปริมาณรังสีค่า อีเอสเอเค ที่ผู้ป่วยได้รับจากการถ่ายภาพเอกซเรย์ทั่วไปโดยใช้แนวทางของทบวงการพลังงานปรมาณูระหว่างประเทศ ที่อาร์เอส หมายเลข 457

ผลการศึกษา: สมการถดถอยของชนิดซีเอชดี 150 บี-30 เครื่อง ฟิลิปส์ดูโอ ไดแอกโนสท์ และ เครื่องแคสตริม ดีอาร์เอ็กซ์ เรฟโวลูชัน คือ ค่าเอาต์พุต = $0.003707 \times \text{เควีฟีก} - 0.137668$, $0.003598 \times \text{เควีฟีก} - 0.134144$ และ $0.003712 \times \text{เควีฟีก} - 0.136235$ ตามลำดับ ผลการคำนวณค่าอีเอสเอเค จากเครื่องเอกซเรย์ชนิดซีเอชดี 150 บี-30 ฟิลิปส์ดูโอ ไดแอกโนสท์ และแคสตริม ดีอาร์เอ็กซ์ เรฟโวลูชัน ณ จุดต่างๆ ได้แก่ กะโหลกศีรษะท่าเอพี 1.37, 1.32, 1.18 และท่าด้านข้าง 0.86, 0.83, 0.90 มิลลิเกรย์ ทรวงอกท่าพีเอ 0.13, 0.12, 0.06 และท่าด้านข้าง 0.80, 0.77, 0.64 มิลลิเกรย์ กระดูกสันหลังส่วนอกท่าเอพี 1.85, 1.83, 1.33 และท่าด้านข้าง 8.80, 8.52, 7.22 มิลลิเกรย์ ช่องท้องท่าเอพี 1.94, 1.88, 1.37 มิลลิเกรย์ กระดูกสันหลังส่วนเอวท่าเอพี 2.16, 2.14, 1.55 และท่าด้านข้าง 10.99, 10.64, 8.32 มิลลิเกรย์ เซิงกรานท่าเอพี 1.55, 1.50, 0.96 มิลลิเกรย์ และสะโพกท่าเอพี 1.32, 1.28, 0.75 มิลลิเกรย์ ตามลำดับ

สรุปผลการศึกษา: ค่าอีเอสเอเค จากการศึกษาไม่น้อยกว่าปริมาณรังสีอ้างอิงของทบวงการพลังงานปรมาณูระหว่างประเทศ
Journal of Associated Medical Sciences 2560; 50(3): 450-460

คำสำคัญ: เอาต์พุตของหลอดเอกซเรย์ เควีฟีก อีเอสเอเค

บทนำ

ปี ค.ศ. 1895 รังสีเอกซ์ถูกค้นพบอย่างบังเอิญโดย Wilhelm Conrad Röntgen นักฟิสิกส์ชาวเยอรมัน ทำให้มีการนำรังสีเอกซ์มาใช้ประโยชน์ในการวินิจฉัยโรคอย่างแพร่หลาย โดยใช้ถ่ายภาพเอกซเรย์ผู้ป่วยซึ่งช่วยให้การวินิจฉัยโรคแม่นยำมากขึ้น สามารถมองเห็นความผิดปกติที่เกิดขึ้นในตัวผู้ป่วยได้โดยไม่ต้องผ่าตัด และส่งผลดีต่อการรักษาตรงเป้าหมายมากขึ้น แต่ในขณะที่ถ่ายภาพเอกซเรย์ผู้ป่วยจะได้รับปริมาณรังสีในบริเวณที่ถูกเอกซเรย์ เช่น ผิวหนังในส่วนที่ได้รับการถ่ายภาพรังสี หรืออวัยวะที่รังสีเอกซ์ทะลุผ่าน ทบวงการพลังงานปรมาณูระหว่างประเทศ (International Atomic Energy Agency, IAEA) ได้เสนอแนะปริมาณรังสีจากการถ่ายภาพเอกซเรย์และวิธีการสำหรับประเมินปริมาณรังสีที่ผู้ป่วย

ได้รับ¹ ปริมาณรังสีของเอกซเรย์แต่ละเครื่องมีปริมาณและคุณภาพแตกต่างกัน นักรังสีการแพทย์จึงให้ความสำคัญในการตั้งค่าการให้ปริมาณรังสีแก่ผู้ป่วยที่เข้ารับการถ่ายภาพเอกซเรย์ สถิติการถ่ายภาพเอกซเรย์ทั่วไปที่โรงพยาบาลหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ระหว่าง 1 ตุลาคม 2558 ถึง 30 กันยายน 2559 มีจำนวนผู้ป่วยที่ได้รับการถ่ายภาพเอกซเรย์ ได้แก่ Skull AP หรือ PA มีจำนวน 651 ราย Skull LAT มีจำนวน 546 ราย Chest PA มีจำนวน 24,122 ราย Chest LAT มีจำนวน 80 ราย T spine AP มีจำนวน 281 ราย T spine LAT มีจำนวน 281 ราย Abdomen AP มีจำนวน 3,113 ราย L-S spine AP มีจำนวน 1,881 ราย L-S spine LAT (รวม LAT Flexion และ LAT Extension) มีจำนวน 1,929 ราย Pelvis AP มีจำนวน 451 ราย และ Hip AP มีจำนวน 808 ราย แต่ยังไม่มียังไม่มีปริมาณรังสีอ้างอิงที่

ผู้ป่วยได้รับการถ่ายภาพเอกซเรย์

การศึกษาในครั้งนี้เป็นการศึกษาค่าเอาต์พุตของหลอดเอกซเรย์ (X-ray tube output) ของเครื่องเอกซเรย์ทั่วไปที่ใช้สำหรับเอกซเรย์ผู้ป่วยของกลุ่มงานรังสีวิทยา โรงพยาบาลหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ จำนวน 3 เครื่อง ประกอบด้วย เครื่องเอกซเรย์ Shimadzu รุ่น HD150B-30 หมายเลขเครื่อง 6114462 เครื่องเอกซเรย์ Philips รุ่น Duo Diagnost หมายเลขเครื่อง 04612 และ เครื่องเอกซเรย์ Carestream รุ่น DRX Revolution หมายเลขเครื่อง 0722 ศึกษาความสัมพันธ์ของ ค่าเควีพี (kVp) กับ ค่า X-ray tube output โดยใช้การประเมินค่าเส้นแนวโน้ม (trend line) ใช้เทคนิคทางสถิติ คือ การประมาณค่าเส้นแนวโน้ม โดยใช้การวิเคราะห์การถดถอยอย่างง่าย (simple regression analysis) เพื่อสร้างแบบจำลอง (model) หรือสูตรการคำนวณ สำหรับใช้คำนวณ ค่า X-ray tube output จากค่า kVp ต่างๆ ที่ถ่ายภาพเอกซเรย์ ตามวิธีการของ IAEA² Technical Reports Series No. 457 เพื่อคำนวณปริมาณรังสีที่ผู้ป่วยได้รับจากการเอกซเรย์ทั่วไปในท่าต่างๆ ที่โรงพยาบาลหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ได้แก่ การถ่ายภาพเอกซเรย์ Skull AP หรือ PA, Skull LAT, Chest PA, Chest LAT, T spine AP, T spine LAT, Abdomen AP, L-S spine AP, L-S spine LAT, Pelvis AP และ Hip AP เพื่อใช้เป็นปริมาณรังสีอ้างอิงที่ผู้ป่วยได้รับจากการถ่ายภาพเอกซเรย์ที่โรงพยาบาลหัวหิน เปรียบเทียบกับ ปริมาณรังสีอ้างอิงของ IAEA¹ และใช้สำหรับควบคุมคุณภาพของการเอกซเรย์ให้แก่ผู้ป่วยที่โรงพยาบาลหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ต่อไป

วัสดุและวิธีการศึกษา

1. การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่า kVp กับ X-ray tube output ของเครื่องเอกซเรย์ทั่วไป

วัดค่า output ของเครื่องเอกซเรย์ด้วยหัววัดรังสีที่ระยะ เอฟดีดี (FDD: focal to detector distance) หรือระยะจากจุดกำเนิดรังสีถึง detector

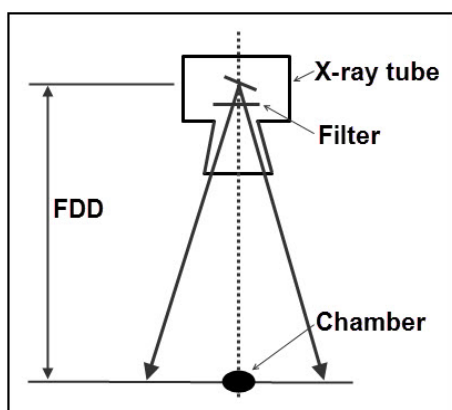


Figure 1 Measured x-ray tube output.

จากภาพที่ 1 วางหัววัดรังสีตั้งฉากและตรงศูนย์กลางของแนวลำรังสีที่ระยะ FDD เพื่อวัดค่า Output ของเครื่องเอกซเรย์ที่ค่า kVp ต่างๆ โดยวัดค่า X-ray tube output² เครื่องเอกซเรย์ Shimadzu รุ่น HD150B-30 หมายเลขเครื่อง 6114462 เครื่องเอกซเรย์ Philips รุ่น Duo Diagnost หมายเลขเครื่อง 04612 และ เครื่องเอกซเรย์ Carestream รุ่น DRX Revolution หมายเลขเครื่อง 0722 โดยเครื่องวัดปริมาณรังสี RTI electronics AB model barracuda เปิด field size 10 cm.x10 cm. ระยะ FDD=50 cm. ตั้งค่า exposure 50 kVp 10 mAs, 60 kVp 10 mAs, 70 kVp 10 mAs, 80 kVp 10 mAs, 90 kVp 10 mAs และ 100 kVp 10 mAs เพื่อคำนวณค่า Air kerma (K(d)) ดังสมการที่ 1

$$K(d) = \bar{M} N_{KQ} K_Q K_{TP} \dots \dots \dots \text{(Eq. 1)}$$

เมื่อ

K(d) Air kerma หน่วย mR หรือ mGy

$\bar{M}$ ค่าเฉลี่ยของค่า dosimeter reading หน่วย mR หรือ mGy

N_{KQ} ค่า CF (calibration factor) ของ dosimeter ซึ่งได้จากการเทียบมาตรฐาน

K_Q ค่าแก้ความแตกต่างในการตอบสนองของ dosimeter (≈ 1)

K_{TP} ค่าแก้คุณสมบัติความดัน ดังสมการที่ 2

$$K_{TP} = \left(\frac{273.2 + T}{273.2 + T_0} \right) \left(\frac{P_0}{P} \right) \dots \dots \dots \text{(Eq. 2)}$$

เมื่อ

$T_0 = 20^\circ \text{C}$

$P_0 = 101.3 \text{ kPa}$

T = อุณหภูมิของห้อง

P = ความดันของห้อง

การคำนวณค่า X-ray tube output หรือ Y(d) ได้จากค่า Air kerma หารด้วย mAs ดังสมการที่ 3

$$Y(d) = \frac{K(d)}{\text{mAs}} \dots \dots \dots \text{(Eq. 3)}$$

2. การประเมินปริมาณรังสีที่ผิวผู้ป่วยจากการถ่ายภาพเอกซเรย์ทั่วไป

2.1 ประชากรและขนาดตัวอย่าง ประชากร คือ จำนวนผู้ป่วยที่มารับการถ่ายภาพเอกซเรย์ทั่วไปที่โรงพยาบาลหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ใน 1 ปีงบประมาณ 1 ตุลาคม 2558 ถึง 30 กันยายน 2559 ขนาดตัวอย่างคำนวณโดยใช้สูตร

การคำนวณของคอคแรน (Cochran)³ ดังสมการที่ 4

$$n = \frac{n_0}{1 + \frac{(n_0 - 1)}{N}} \dots\dots\dots (Eq. 4)$$

เมื่อ

n คือขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ต้องการ

N คือขนาดของประชากร

n₀ =384 ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

(e) คือความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ =0.05
และขนาดตัวอย่างคำนวณได้ดังตารางที่ 1

Table 1 Calculated sample size.

Position	Population	Sample size
Skull AP or PA	651	242
Skull LAT	546	226
Chest PA	24,122	378
Chest LAT	80	67
T spine AP	281	163
T spine LAT	281	163
Abdomen AP	3,113	342
L-S spine AP	1,881	320
L-S spine LAT	1,929	321
Pelvis AP	451	208
Hip AP	808	261

2.2 ทดสอบความคลาดเคลื่อนของเครื่องมือวัดระยะทางของซอฟต์แวร์ในภาพเอกซเรย์ดิจิทัล (Digital radiography; DR) โดยเอกซเรย์แผ่น collimator test plate (ประยุกต์ใช้เนื่องจากมีมาตรวัดที่สามารถถ่ายภาพเอกซเรย์ให้เห็นเป็นระดับมาตรวัดได้) ด้วยเครื่องเอกซเรย์ Shimadzu HD150B-30 (60 kVp, 5 mAs, FFD 100 cm) วางแผ่นทดสอบให้เส้นมาตรวัดขนานและตั้งฉากกับแนวเตียงเอกซเรย์ และทดสอบซ้ำด้วยการเอกซเรย์ แต่วางแผ่นทดสอบทำมุม 45 องศา หลังจากส่งภาพเข้าระบบแล้วเปิดดูภาพเอกซเรย์ แล้วใช้เครื่องมือไม้บรรทัดของซอฟต์แวร์วัดระยะ 2 cm ตามเส้นมาตรวัดทั้ง 5 จุด คือ ซ้าย ขวา กลาง บน และล่าง และทดสอบกับ bucky stand ซึ่งทดสอบเหมือนกันแต่

ใช้ FFD 180 cm

2.3 วัดความหนาของผู้ป่วย การศึกษาครั้งนี้ไม่ได้ทำในผู้ป่วยจริง แต่ใช้รูปแบบการจำลองซึ่งวัดระยะทางในภาพเอกซเรย์ดีอาร์ แทนการวัดความหนาของผู้ป่วยจริง โดยทำการตรวจ Skull AP หรือ PA วัดความหนาในภาพเอกซเรย์ Skull LAT จำนวน 242 ภาพ Skull LAT วัดความหนาในภาพเอกซเรย์ Skull AP จำนวน 226 ภาพ Chest PA วัดความหนาในภาพเอกซเรย์ Chest LAT จำนวน 378 ภาพ Chest LAT วัดความหนาในภาพเอกซเรย์ Chest PA จำนวน 67 ภาพ T spine AP วัดความหนาในภาพเอกซเรย์ T spine LAT จำนวน 163 ภาพ T spine LAT วัดความหนาในภาพเอกซเรย์ T spine AP จำนวน 163 ภาพ Abdomen AP วัดความหนาในภาพเอกซเรย์ Abdomen LAT จำนวน 342 ภาพ L-S spine AP วัดความหนาในภาพเอกซเรย์ L-S spine LAT จำนวน 320 ภาพ L-S spine LAT วัดความหนาในภาพเอกซเรย์ L-S spine AP จำนวน 321 ภาพ Pelvis AP วัดความหนาในภาพเอกซเรย์ Pelvis LAT จำนวน 208 ภาพ และ Hip AP วัดความหนาในภาพเอกซเรย์ Pelvis LAT ตรง Head of femur จำนวน 261 ภาพ

2.4 คำนวณปริมาณรังสี คำนวณค่า Entrance Surface Air Kerma (ESAK)² จากการถ่ายภาพเอกซเรย์โดยเครื่องเอกซเรย์ Shimadzu HD150B-30 เครื่องเอกซเรย์ Philips Duo Diagnost และ เครื่องเอกซเรย์ Carestream DRX Revolution จากทำการตรวจเอกซเรย์ Skull AP หรือ PA, Skull LAT, Chest PA, Chest LAT, T spine AP, T spine LAT, Abdomen AP, L-S spine AP, L-S spine LAT, Pelvis AP และ Hip AP ดังสมการที่ 5

$$ESAK = Y(d) \times mAs \times \left(\frac{FDD}{FOD} \right)^2 \times BSF \dots\dots (Eq. 5)$$

เมื่อ

Y(d) คือค่า X-ray tube output ของเครื่องเอกซเรย์

mAs คือค่ากระแสหลอดคูณด้วยเวลา

FDD คือระยะทางจากจุดโฟกัสของหลอดเอกซเรย์ถึงหัววัดรังสี

FOD คือระยะทางจากจุดโฟกัสของหลอดเอกซเรย์ถึงผิวหนังผู้ป่วย (FFD – ความหนาผู้ป่วย – ระยะจากเตียงถึงแผ่นรับภาพ)

BSF (Back Scatter Factor) เท่ากับ 1.4 ตามการแนะนำจาก IAEA²

3. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ในขั้นตอนการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่า kVp กับ X-ray tube output ของเครื่องเอกซเรย์ทั่วไป ประมาณค่าเส้นแนวโน้มโดยใช้การวิเคราะห์การถดถอยอย่างง่ายเพื่อทดสอบความสัมพันธ์เชิงเส้นของตัวแปรอิสระ (kVp) กับตัวแปรตาม (X-ray tube output) และคำนวณหาสมการถดถอยเชิงเส้นตรง และทดสอบความเหมาะสมของเส้นถดถอยที่ได้ เพื่อทดสอบสมการถดถอยว่าสามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสองตัวแปรได้ดีเพียงใด และสามารถใช้ในการถดถอยในการ

ทำนายและประมาณค่าตัวแปรตาม (X-ray tube output) ได้อย่างมีประสิทธิภาพหรือไม่

ผลการศึกษา

1. ผลการศึกษาความสัมพันธ์ของค่า kVp กับ X-ray tube output ของเครื่องเอกซเรย์ทั่วไป

1.1 ผลการวัด ค่า X-ray tube output แสดงดังตารางที่ 2

Table 2 X-ray tube output.

kVp	mAs	X-ray tube output or Y(d) (mGy/mAs)		
		Shimadzu HD150B-30	Philips Duo Diagnost	Carestream DRX Revolution
50	10	0.0505	0.0475	0.0522
60	10	0.0796	0.0770	0.0826
70	10	0.1213	0.1196	0.1225
80	10	0.1609	0.1583	0.1631
90	10	0.1958	0.1923	0.1981
100	10	0.2332	0.2304	0.2346

1.2 ผลการประมาณค่าเส้นแนวโน้มโดยใช้การวิเคราะห์การถดถอยอย่างง่าย แสดงดังตารางที่ 3-5

Table 3 Simple regression analysis of Shimadzu HD150B-30.

Constant/ Variable	b	SE _b	β	t	p value
Constant	-0.137668	0.003		-44.291	0.000
kVp Shimadzu	0.003707	0.000	0.999	91.731	0.000
SE _{est} = ± 0.0029279					
R = 0.999; R ² = 0.998; F = 8414.582; p value = 0.000					

จากตารางที่ 3 X-ray tube output ของเครื่องเอกซเรย์ทั่วไป Shimadzu รุ่น HD150B-30 หมายเลขเครื่อง 6114462 มีความสัมพันธ์กับค่า kVp โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ 0.999 และสามารถพยากรณ์ค่า X-ray tube output ได้ร้อยละ 99.8 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดย

มีความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการพยากรณ์เท่ากับ ±0.0029279 และสมการพยากรณ์ค่า X-ray tube output เมื่อทราบค่า kVp คือ

$$\text{X-ray tube output} = (0.003707 \times \text{kVp}) - 0.137668 \quad (\text{Eq. 6})$$

Table 4 Simple regression analysis of Philips Duo Diagnost.

Constant/ Variable	b	SE _b	β	t	p value
Constant	-0.134144	0.003		-45.489	0.000
kVp _{Philips}	0.003598	0.000	0.999	94.599	0.000
SE _{est} = ± 0.0028439					
R = 0.999; R ² = 0.998; F = 8949.009; p value = 0.000					

จากตารางที่ 4 X-ray tube output ของเครื่องเอกซเรย์ทั่วไป Philips รุ่น Duo Diagnost หมายเลขเครื่อง 04612 มีความสัมพันธ์กับค่า kVp โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ 0.999 และสามารถพยากรณ์ค่า X-ray tube output ได้ร้อยละ 99.8 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดย

มีความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการพยากรณ์เท่ากับ ±0.0028439 และสมการพยากรณ์ค่า X-ray tube output เมื่อทราบค่า kVp คือ

$$\text{X-ray tube output} = (0.003598 \times \text{kVp}) - 0.134144 \quad (\text{Eq. 7})$$

Table 5 Simple regression analysis of Carestream รุ่น DRX Revolution.

Constant/ Variable	b	SE _b	β	t	p value
Constant	-0.136235	0.003		-54.143	0.000
kVp _{Carestream}	0.003712	0.000	0.999	113.477	0.000
SE _{est} = ± 0.0023702					
R = 0.999; R ² = 0.999; F = 12877.023; p-value = 0.000					

จากตารางที่ 5 X-ray tube output ของเครื่องเอกซเรย์เคลื่อนที่ Carestream รุ่น DRX Revolution หมายเลขเครื่อง 0722 มีความสัมพันธ์กับค่า kVp โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ 0.999 และสามารถพยากรณ์ค่า X-ray tube output ได้ร้อยละ 99.9 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยมีความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการพยากรณ์เท่ากับ ±0.0023702 และสมการพยากรณ์ค่า X-ray tube output เมื่อทราบค่า kVp

คือ

$$\text{X-ray tube output} = (0.003712 \times \text{kVp}) - 0.136235 \quad (\text{Eq. 8})$$

2. ผลการประเมินปริมาณรังสีที่ผิวผู้ป่วยจากถ่ายภาพเอกซเรย์ทั่วไป

2.1 ผลการทดสอบความคลาดเคลื่อนของเครื่องมือวัดระยะทางในภาพเอกซเรย์ดีอาร์ แสดงดังตารางที่ 6

Table 6 Test results of the distance measuring tool.

Collimator test plate	Measured 2 cm at 5 points (mm)					Error (%)
	Left	Right	Center	Top	Below	
FFD 100 cm parallel and perpendicular	20.50	20.54	20.50	20.50	20.50	2.54
FFD 100 cm 45 degree	20.60	20.60	20.60	20.06	20.64	2.50
FFD 180 cm parallel and perpendicular	20.58	20.60	20.60	20.60	20.60	2.98
FFD 180 cm 45 degree	20.38	20.38	20.60	20.26	20.64	2.26

จากตารางที่ 6 ความคลาดเคลื่อนของเครื่องมือวัดระยะทางของซอฟต์แวร์ในภาพเอกซเรย์ดีอาร์ไม่เกิน 4% อยู่ในมาตรฐานของ Institute of Physics and Engineering in Medicine

(IPEM)⁴

2.2 ผลการวัดความหนาของผู้ป่วย แสดงดังตารางที่ 7

Table 7 The patient's thickness measurement results from the x-ray image.

Position	Number of images	Average (cm)	SD
Skull AP or PA	242	21.06	0.77
Skull LAT	226	17.82	0.73
Chest PA	378	22.75	1.29
Chest LAT	67	33.14	1.70
T spine AP	163	22.49	1.08
T spine LAT	163	31.61	1.24
Abdomen AP	342	20.50	0.85
L-S spine AP	320	19.75	0.74
L-S spine LAT	321	29.35	1.30
Pelvis AP	208	20.48	0.58
Hip AP	261	19.67	0.82

2.3 ผลการคำนวณ ค่า ESAK ที่ผู้ป่วยได้รับจากการถ่ายภาพเอกซเรย์ทั่วไปที่โรงพยาบาลหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

จากเครื่องเอกซเรย์ Shimadzu รุ่น HD150B-30 หมายเลขเครื่อง 6114462 แสดงดังตารางที่ 8

Table 8 ESAK of Shimadzu HD150B-30.

Position	kVp	mAs	FDD (cm)	FFD (cm)	Patient thickness (cm)	FOD (cm)	Bucky thickness (cm)	BSF	ESAK (mGy)
Skull AP or PA	70	20	50	100	21.06	78.94	5.8	1.4	1.59
Skull LAT	65	16	50	100	17.82	82.18	5.8	1.4	0.99
Chest PA	85	5	50	180	22.75	157.25	3.0	1.4	0.13
Chest LAT	90	25	50	180	33.14	146.86	3.0	1.4	0.83
T spine AP	80	20	50	100	22.49	77.51	5.8	1.4	2.16
T spine LAT	90	60	50	100	31.61	68.39	5.8	1.4	10.50
Abdomen AP	75	25	50	100	20.50	79.5	5.8	1.4	2.26
L-S spine AP	80	25	50	100	19.75	80.25	5.8	1.4	2.51
L-S spine LAT	90	80	50	100	29.35	70.65	5.8	1.4	13.05
Pelvis AP	75	20	50	100	20.48	79.52	5.8	1.4	1.81
Hip AP	70	20	50	100	19.67	80.33	5.8	1.4	1.54

ผลการคำนวณ ค่า ESAK ที่ผู้ป่วยได้รับจากการถ่ายภาพเอกซเรย์ทั่วไปที่โรงพยาบาลหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

จากเครื่องเอกซเรย์ Philips รุ่น Duo Diagnost หมายเลขเครื่อง 04612 แสดงดังตารางที่ 9

Table 9 ESAK of Philips Duo Diagnost.

Position	kVp	mAs	FDD (cm)	FFD (cm)	Patient thickness (cm)	FOD (cm)	BSF	ESAK (mGy)
Skull AP or PA	70	20	50	100	21.06	78.94	1.4	1.54
Skull LAT	65	16	50	100	17.82	82.18	1.4	0.96
Chest PA	85	5	50	180	22.75	157.25	1.4	0.13
Chest LAT	90	25	50	180	33.14	146.86	1.4	0.80
T spine AP	81	20	50	100	22.49	77.51	1.4	2.14
T spine LAT	90	60	50	100	31.61	68.39	1.4	10.17
Abdomen AP	75	25	50	100	20.50	79.5	1.4	2.19
L-S spine AP	81	25	50	100	19.75	80.25	1.4	2.48
L-S spine LAT	90	80	50	100	29.35	70.65	1.4	12.63
Pelvis AP	75	20	50	100	20.48	79.52	1.4	1.75
Hip AP	70	20	50	100	19.67	80.33	1.4	1.48

ผลการคำนวณ ค่า ESAK ที่ผู้ป่วยได้รับจากการถ่ายภาพเอกซเรย์ทั่วไปที่โรงพยาบาลหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

จากเครื่องเอกซเรย์ Carestream รุ่น DRX Revolution หมายเลขเครื่อง 0722 แสดงดังตารางที่ 10

Table 10 ESAK of Carestream DRX Revolution.

Position	kVp	mAs	FDD (cm)	FFD (cm)	Patient thickness (cm)	FOD (cm)	BSF	ESAK (mGy)
Skull AP or PA	65	20	50	100	21.06	78.94	1.4	1.37
Skull LAT	60	20	50	100	17.82	82.18	1.4	1.04
Chest PA	90	2	50	180	22.75	157.25	1.4	0.06
Chest LAT	90	20	50	180	33.14	146.86	1.4	0.67
T spine AP	75	16	50	100	22.49	77.51	1.4	1.55
T spine LAT	80	60	50	100	31.61	68.39	1.4	8.62
Abdomen AP	70	20	50	100	20.50	79.5	1.4	1.59
L-S spine AP	75	20	50	100	19.75	80.25	1.4	1.80
L-S spine LAT	90	60	50	100	29.35	70.65	1.4	9.88
Pelvis AP	66	16	50	100	20.48	79.52	1.4	1.12
Hip AP	60	16	50	100	19.67	80.33	1.4	0.87

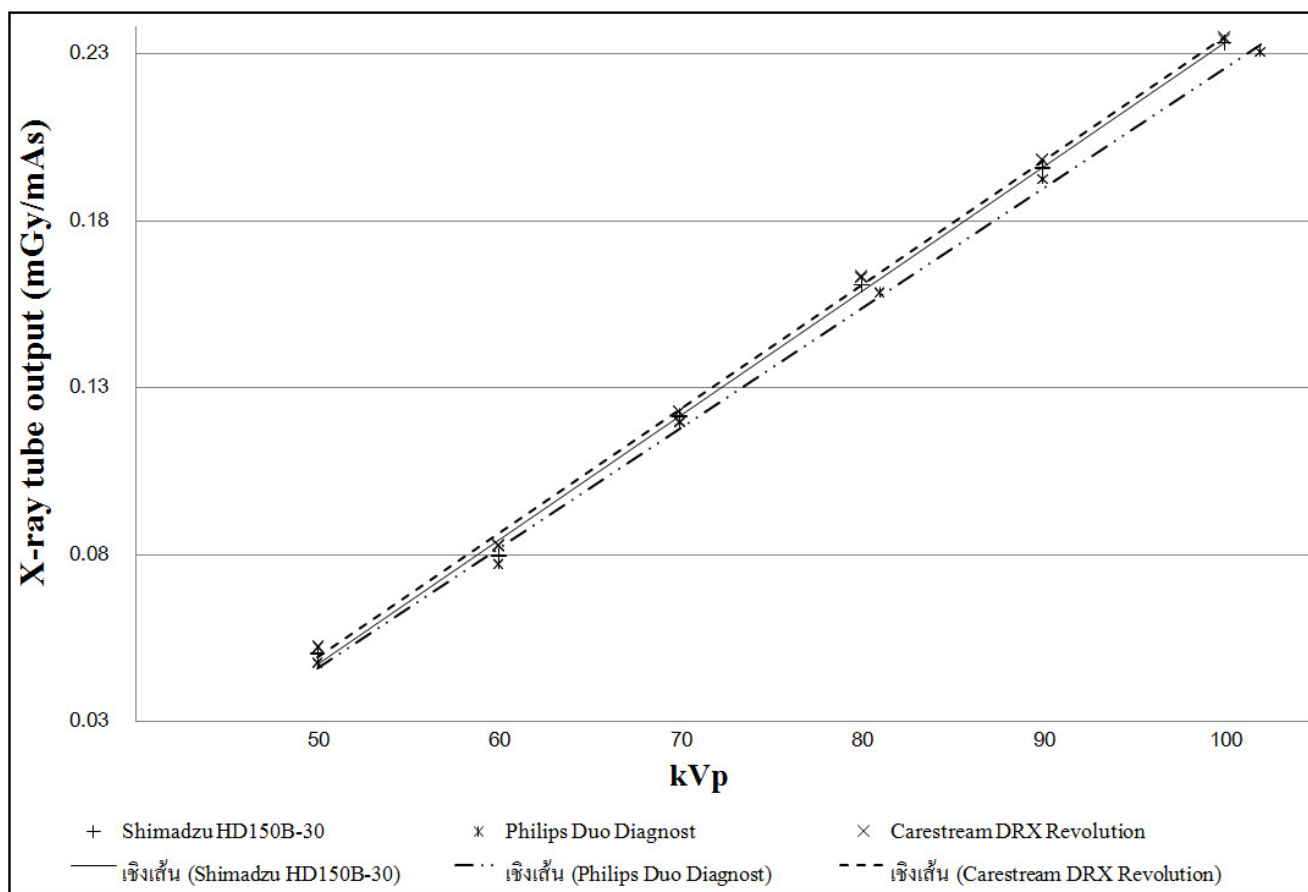


Figure 2 Compared relation of kVp and x-ray tube output.

จากภาพที่ 2 เปรียบเทียบความสัมพันธ์ของค่า kVp กับค่า X-ray tube output ของเครื่องเอกซเรย์ Shimadzu รุ่น HD150B-30 หมายเลขเครื่อง 6114462 เครื่องเอกซเรย์ Philips รุ่น Duo Diagnost หมายเลขเครื่อง 04612 และเครื่องเอกซเรย์ Carestream รุ่น DRX Revolution หมายเลขเครื่อง 0722 พบว่าการกระจายของข้อมูล ค่า kVp มีความสัมพันธ์เชิงเส้นกับค่า X-ray tube output เมื่อเพิ่มค่า kVp ทำให้ X-ray tube output เพิ่มขึ้น ได้เป็นเส้นแนวโน้มมีลักษณะคล้ายกันและแตกต่างกันเล็กน้อย และจากการประมาณค่าเส้นแนวโน้มโดยใช้การวิเคราะห์การถดถอยอย่างง่าย ได้ model สำหรับ

คำนวณค่า X-ray tube output จากการตั้งค่า kVp ตั้งแต่ 50 ถึง 100 ของเครื่องเอกซเรย์ที่ใช้ถ่ายภาพเอกซเรย์ทั่วไปที่โรงพยาบาลหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ การทดสอบความคลาดเคลื่อนของเครื่องมือวัดระยะทางในภาพเอกซเรย์ดีอาร์มีความคลาดเคลื่อนอยู่ในมาตรฐานของ IPEM⁴ ทำให้มีความมั่นใจว่าการวัดระยะทางในภาพเอกซเรย์ทดแทนการวัดจากผู้ป่วยจริงมีค่าที่ไม่แตกต่างกันและสามารถใช้ทดแทนกันได้ เพราะการศึกษาในครั้งนี้ต้องการศึกษาในภาพกว้างให้ได้มากที่สุด เนื่องจากหากศึกษาในผู้ป่วยจริงจะใช้เวลาที่ยาวนาน

Table 11 Compare the ESAK.

Position	ESAK (mGy)			DRL of IAEA (mGy)
	Shimadzu HD150B-30	Philips Duo Diagnost	Carestream DRX Revolution	
Skull AP or PA	1.59	1.54	1.37	5
Skull LAT	0.99	0.96	1.04	3
Chest PA	0.13	0.13	0.06	0.4
Chest LAT	0.83	0.80	0.67	1.5
T spine AP	2.16	2.14	1.55	7
T spine LAT	10.50	10.17	8.62	20
Abdomen AP	2.26	2.19	1.59	10
L-S spine AP	2.51	2.48	1.80	10
L-S spine LAT	13.05	12.63	9.88	40
Pelvis AP	1.81	1.75	1.12	10
Hip AP	1.54	1.48	0.87	10

ตารางที่ 11 แสดงให้เห็นปริมาณรังสีจากการวิจัยที่ได้จากการถ่ายภาพเอกซเรย์ทั่วไปที่โรงพยาบาลหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ว่ามีค่าต่ำกว่าปริมาณรังสีอ้างอิงของทบวงการพลังงานปรมาณูระหว่างประเทศ¹

เป็นต้น เป็นการพัฒนาคุณภาพงานด้านรังสีวินิจฉัยและเป็นประโยชน์ต่อผู้ป่วยที่เข้ามารับบริการจากการถ่ายภาพเอกซเรย์ต่อไป

วิจารณ์ผล

การศึกษาในครั้งนี้ไม่ได้ศึกษาในผู้ป่วยจริง แต่ใช้รูปแบบการจำลองซึ่งวัดระยะทางในภาพเอกซเรย์ดีอาร์เพื่อใช้แทนการวัดความหนาของผู้ป่วยจริง และวิธีการที่ใช้ในการประเมินค่า ESAK อ้างอิงตามวิธีการของ IAEA Technical Reports Series No. 457 และเป็นการประเมินค่า ESAK เบื้องต้น เพื่อใช้เป็นข้อมูลของปริมาณรังสีที่ผู้ป่วยได้รับจากการถ่ายภาพเอกซเรย์ทั่วไปที่โรงพยาบาลหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ โดยเปรียบเทียบกับค่าปริมาณรังสีอ้างอิงของทบวงการพลังงานปรมาณูระหว่างประเทศ ซึ่งสามารถใช้ประเมินปริมาณรังสีที่ผู้ป่วยได้รับ เช่น มีผู้ป่วยรับการเอกซเรย์ หากมีเหตุการณ์ที่ต้องคำนวณปริมาณรังสีที่ได้รับจากการเอกซเรย์สามารถใช้รูปแบบที่ได้จากการศึกษานี้สืบค้นเพื่อคำนวณปริมาณรังสีที่ผู้ป่วยได้รับ โดยสืบค้นจากทำการตรวจและเทคนิคที่ตั้งค่าสำหรับถ่ายภาพเอกซเรย์ หรือ ใช้ประโยชน์สำหรับคำนวณปริมาณรังสีที่ผู้ป่วยได้รับจากการตั้งค่า kVp และ mAs สำหรับนักรังสีการแพทย์ที่จะตั้งค่าสำหรับถ่ายภาพเอกซเรย์ให้ผู้ป่วย โดยตั้งค่าให้ได้รับรังสีเหมาะสมและมีคุณภาพ

สรุปผลการศึกษา

งานวิจัยเสนอรูปแบบ (model) สำหรับคำนวณค่า X-ray tube output ของเครื่องเอกซเรย์ทั่วไปที่ใช้สำหรับเอกซเรย์ผู้ป่วยที่โรงพยาบาลหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ และยังพบว่าปริมาณรังสีค่า ESAK จากการวิจัยนี้ มีค่าต่ำกว่าปริมาณรังสีอ้างอิงของทบวงการพลังงานปรมาณูระหว่างประเทศ

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณนายแพทย์สมชาย เทพเจริญนิรันดร์ ผู้อำนวยการโรงพยาบาลหัวหิน และแพทย์หญิงอภิรดี โชติกิตติพงศ์ รองผู้อำนวยการภารกิจด้านพัฒนาระบบบริการและสนับสนุนบริการสุขภาพ คุณประกายพรรณ จินดา หัวหน้ากลุ่มงานวิจัย แพทย์หญิงอุทิศ ตันรัตนาวงศ์ หัวหน้ากลุ่มงานรังสีวิทยา แพทย์หญิง ป นพรัตน์ เทศพิทักษ์ และคณะกรรมการจริยธรรมงานวิจัยโรงพยาบาลหัวหิน ที่ให้ความความอนุเคราะห์ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ขอขอบพระคุณศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ที่ 5 จังหวัดสมุทรสงคราม ดร. พชรินทร์ สมบูรณ์

หัวหน้าศูนย์ฝึกอบรมและแพทยศาสตร์ศึกษา ศูนย์อนามัย
ที่ 5 จังหวัดราชบุรี และ ดร. บุญเสริม เนยสูงเนิน กลุ่มงาน
รังสีวิทยา โรงพยาบาลมหาราชนครราชสีมา ที่ปรึกษางานวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

1. International Atomic Energy Agency. International basic safety standards for protection against ionizing radiation and for the safety of radiation sources, IAEA Safety series no. 115. Vienna 1996.
2. International Atomic Energy Agency. Dosimetry in diagnostic radiology: an international code of practice, TRS No. 457. Vienna 2007; 19-25.
3. Cochran WG. Sampling techniques. 2nd New York: John Wiley and Sons; 1963.
4. Institute of Physics and Engineering in Medicine. Measurement of the Performance Characteristics of Diagnostic X-ray Systems: Digital Imaging Systems, IPEM Report 32 Part VII. York: IPEM; 2010.