

นิพนธ์ฉบับ

การประเมินค่าปริมาณรังสีตกกระทบที่ผิวหนังด้วยวิธีใหม่

บรรจง เชื้อนแก้ว* และ สันติ ทินตะนัย**

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเสนอวิธีประเมินค่าปริมาณรังสีที่ผิวหนังด้านที่รังสีตกกระทบ (Entrance skin exposure) จากการถ่ายภาพทางรังสีด้วยวิธีใหม่โดยสร้างสมการถดถอยอย่างง่าย (Simple linear regression) เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับปริมาณรังสี จากข้อมูลที่วัดโดยตรงด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่สร้างขึ้น การทดลองนี้ศึกษาในเครื่องเอกซเรย์ที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพแล้วจำนวน 3 เครื่องของโรงพยาบาลศรีนครินทร์ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น โดยวัดปริมาณรังสี ด้วยเครื่อง Full Function Meter RMI 242 ในการศึกษาได้เปรียบเทียบผลการประเมินกับค่าที่ได้จากการคำนวณอย่างง่ายด้วยวิธีของบุซง (Bushong) ซึ่งใช้อยู่โดยทั่วไป ผลการศึกษาพบว่าการประเมินด้วยวิธีนี้มีค่าความผิดพลาดน้อยกว่าวิธีของบุซง โดยมีค่าร้อยละของความผิดพลาดเท่ากับ $-0.71\% \pm 2.89$ เทียบกับ $-1.58\% \pm 3.61$ การประเมินปริมาณรังสีที่ผิวหนังเข้าของผู้ป่วยด้วยวิธีใหม่น่าจะเป็นทางเลือกที่ดีสำหรับผู้ใช้งานที่มีเครื่องวัดรังสีเนื่องจากมีความถูกต้องมากกว่า วารสารเทคนิคการแพทย์เชียงใหม่ 2549; 39: 79-83.

คำรหัส: อัตราปริมาณรังสี, ปริมาณรังสีตกกระทบที่ผิวหนัง

* ภาควิชารังสีวิทยา คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

** ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

Abstract : Entrance skin exposure estimation with new technique

Banjong Kheonkaew* and Sunti Tintanai**

This study aimed to propose a new technique for estimating Entrance Skin Exposure (ESE) from radiographic procedures using simple linear regression equation. This technique attempted to find out the relationship among exposure factors with radiation output from x ray generators measured by a special newly-designed computer program. The study was performed at the Department of Radiology, Srinagarind Hospital, Faculty of Medicine, Khon Kaen University. The output exposures from three x-ray machines, whose qualities are regularly controlled, were measured by the Full Function Multi Meter; RMI 242. These data were compared with the traditional calculation by Bushong method. The results indicated that the error from the new method was less than the one from the traditional method. The percentages of the error from both new and traditional methods were $-0.71\%+2.89$ and $-1.58\%+3.61$ respectively. Therefore, it is recommended that the new method for estimating ESE should be an alternative for a user due to its more accuracy. *Bull Chiang Mai Assoc Med Sci 2006; 39: 79-83.*

Keywords: Exposure rate , Entrance skin exposure

* Department of Radiology, Faculty of Medicine, Khon Kaen University

** Department of Computer Sciences, Faculty of Sciences, Khon Kaen University

บทนำ

รังสีที่มนุษย์ได้รับเพิ่มจากธรรมชาติส่วนใหญ่ได้จากการถ่ายภาพด้วยรังสีเอกซ์เพื่อวินิจฉัยโรค แม้ว่า การใช้รังสีดังกล่าวจะไม่มีขีดจำกัดของปริมาณรังสีที่ให้แก่ผู้ป่วย เพราะผู้ป่วยย่อมได้ประโยชน์จากการวินิจฉัยมากกว่าอันตรายที่เกิดขึ้นก็ตาม แต่ตามหลักการผู้ใช้ก็ต้องพยายามลดระดับปริมาณรังสีให้เหลือน้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้

ค่าปริมาณรังสีที่ผิวหนังผู้ป่วยเป็นดัชนีแสดงความเหมาะสมและถูกต้องการใช้รังสีได้อย่างดี อีกทั้งยังสามารถนำไปคำนวณปริมาณรังสีที่ผู้ป่วยและทารกในครรภ์ได้รับจากการวินิจฉัยโรค ในกรณีที่ผู้ป่วยตั้งครรภ์โดย

ไม่ทราบล่วงหน้าเพื่อประเมินอันตรายที่อาจเกิดขึ้น นอกจากนี้ยังสามารถพัฒนาเป็นดัชนีชี้วัดคุณภาพของงานบริการรังสีได้ด้วย

ปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณรังสีจากเครื่องเอกซเรย์ได้แก่ ชนิดของวัสดุที่ใช้ทำเป้าเอกซเรย์ รูปแบบคลื่นความต่างศักย์ (Voltage wave form) การกรองรังสี (Total filtration) การกำหนด ระยะทาง ค่าเควีพี เอ็มเอ และเวลาที่ให้รังสี (Second) นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับอายุการใช้งานของหลอดเอกซเรย์ด้วย¹ งานวิจัยที่ผ่านมาชี้ว่าปริมาณรังสีที่ตกกระทบผิวหนังผู้ป่วยมีความสัมพันธ์กับปัจจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้¹⁻⁴

$$\text{ปริมาณรังสีที่ตกกระทบผิว} = \frac{K(kVp)^n \text{ mAs}}{(TSD)^2 PT}$$

เมื่อ K = ค่าคงที่
n = ค่าจำนวนจริง
T = ความหนาแน่นของอลูมิเนียมที่ใช้กรองรังสี, มม.
TSD = ระยะทางจากเป้าถึงผิวหนังผู้ป่วย (Target to skin distance), ซม.

P เป็นค่าคงที่สัมพันธ์กับรูปแบบคลื่นความถี่ต่างศักย์ โดยมีค่าเท่ากับ 1 สำหรับเครื่องเอกซเรย์แบบ 3 เฟส สำหรับเครื่องเอกซเรย์แบบเฟสเดียวตามผล การวิจัย ของเอ็ดมันส์ (Edmands, 1984) พบว่ามีค่า เท่ากับ 2^2 แม็คคัลลัฟ (McCullough, 1970) มีค่าเท่ากับ 1.8^3 และวอลบาสท์ (Walbarst, 1993) มีค่าเท่ากับ 1.66^4

มีการวิจัยหลายครั้งเพื่อศึกษาหาค่า K และ n โดยได้ผลที่แตกต่างกันซึ่งแสดงให้เห็นว่าเป็นค่าเฉพาะของแต่ละเครื่อง ดังนี้

1. ผลการวิจัยของเอ็ดมันส์²

$$\text{ปริมาณรังสีที่ผิว} = \frac{836(kVp)^{1.74} \text{ mAs}}{(TSD)^2} (1/T + 0.114) \quad \text{ไมโครเกรย์ } (\mu Gy)$$

2. ผลการวิจัยของซุกุลและฮัสเซน⁵

$$\text{ปริมาณรังสีที่ผิวหนังผู้ป่วย} = \frac{0.997(kVp)^{2.749} \text{ mAs}}{(TSD)^2 PT} \quad \text{มิลลิเกรย์}$$

3. ผลการวิจัยของแม็คคัลลัฟ³

$$\text{ปริมาณปริมาณรังสีที่ผิว} = \frac{0.997(kVp)^{2.749} \text{ mAs}}{(TSD)^2 PT} \quad \text{มิลลิเร็นท์เกน}$$

4. ผลการวิจัยของปราทิก คูมาร์¹ คำนวณปริมาณปริมาณรังสีที่ผิวหนังผู้ป่วยได้ 2 วิธี

4.1 วิธียูนิตี

$$\text{ปริมาณปริมาณรังสีที่ผิว} = \frac{0.997(kVp)^{2.79} \text{ mAs}}{(TSD)^2 PT} \quad \text{มิลลิเร็นท์เกน}$$

4.2 วิธีสแควร์

$$\text{ปริมาณปริมาณรังสีที่ผิว} = \frac{27.5(kVp)^2 \text{ mAs}}{(TSD)^2 PT} \quad \text{มิลลิเร็นท์เกน}$$

การประเมินดังกล่าวต้องทราบชนิดของแหล่งกำเนิดไฟฟ้า (Generator) และความหนาของวัตถุที่ใช้กรองรังสี ในทางปฏิบัติจึงไม่สะดวกสำหรับการนำไปใช้ ถ้าสร้างสมการเฉพาะสำหรับแต่ละเครื่องจะสามารถตัดค่าปัจจัยคงที่ เช่น ชนิดของวัสดุที่ใช้ทำเป้า รูปแบบคลื่นความถี่ ความหนาแน่นของวัตถุกรองรังสีได้ เหลือเฉพาะความสัมพันธ์กับ ปัจจัยแปร ได้แก่ ค่า เควีพี เอ็มเอ

และระยะ

ของของเสนอสมการประเมินปริมาณรังสีอย่างง่ายจากการวัดรังสีเพียงค่าเดียวก็สามารถหาปริมาณรังสีเมื่อเปลี่ยนปัจจัยแปรได้ดังสมการที่ 4⁶ เนื่องจากเป็นการประเมินโดยใช้ข้อมูลเพียงค่าเดียวซึ่งอาจทำให้การประเมินคลาดเคลื่อนได้มาก

$$mR_2 = mR_1 \frac{mAs_1 kVp_1^2}{mAs_2 kVp_2^2} \quad (4)$$

สุชาติ โกทนต์⁷ ได้สร้างสมการสหสัมพันธ์ระหว่างค่าเควีและเอ็มเอซึ่งอาจไม่สัมพันธ์กันแบบเชิงเส้นทำให้ค่าประเมินคลาดเคลื่อนได้

แนวคิดใหม่ในการประเมินค่าปริมาณรังสีจากเครื่อง

เอกซเรย์ในงานวิจัยนี้ได้ประยุกต์สมการของบูซงโดยนำค่าล็อกกาลีทีมาใช้เพื่อให้ได้ความสัมพันธ์เชิงเส้นสร้างสมการพยากรณ์สำหรับเครื่องเอกซเรย์แต่ละเครื่องดังนี้

$$\log \frac{mR}{mAs} = \log K \cdot kVp^n \quad \text{หรือ}$$

$$\log \frac{mR}{mAs} = n \log kVp + \log K$$

ค่า n หาได้จากความชันของกราฟและ ค่า K ได้จากค่าเส้นกราฟตัดแกน

วัตถุประสงค์

ศึกษาเปรียบเทียบความถูกต้องของการประเมินปริมาณรังสีที่ตกกระทบผิวผู้ป่วยถ่ายภาพเอกซเรย์ด้วยวิธีใหม่ เทียบกับวิธีของบูซง

วัสดุและวิธีการ

3.1 เครื่องเอกซเรย์ของโรงพยาบาลศรีนครินทร์ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่มีคุณภาพผ่านเกณฑ์มาตรฐานของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ พ.ศ. 2544 จำนวน 3 เครื่องดังนี้

1) เครื่องเอกซเรย์ ซิมัดซี รุ่น เรดิโอเทก ความต่างศักย์ชนิดคงที่ (Constant potential)

2) เครื่องเอกซเรย์ไอ เอ็ม เอส รุ่น พลังงาน 600 มีความต่างศักย์ชนิดคงที่

3) เครื่องเอกซเรย์ซิมัดซี รุ่น 150 บี-10 มีความต่างศักย์ชนิดสามเฟส 12 ลูกคลื่น (3 P12)

3.2 เครื่องวัดปริมาณรังสี Full Function Meter RMI 242 รุ่น 1152 ของบริษัทแกมเม็กอาร์เอ็มไอ

3.3 เทปวัดระยะทาง

วิธีการศึกษา

4.1 วัดปริมาณรังสีที่เควีพี 55, 60, 65, 70, 75, 80, 85, 90, 95 ระยะจากจุดกำเนิดรังสีถึงหัววัด 100 ซม. ตั้งค่าเอ็มเอ 200 และเวลา 0.2 วินาที ใช้พื้นที่ลำรังสี

6 x 6 ซม.² จากเครื่องเอกซเรย์ทั้ง 3

4.2 สร้างสมการสหสัมพันธ์เชิงเส้นอย่างง่ายระหว่างค่า $\log mR/mAs$ และ $\log K$ สำหรับเครื่องเอกซเรย์แต่ละเครื่องโดยใช้โปรแกรมที่สร้างในงานวิจัยนี้ซึ่งสร้างจากซอฟต์แวร์วิซวลเบสิก (Visual basic)

4.3 สร้างโปรแกรมคำนวณปริมาณรังสี สำหรับเครื่องเอกซเรย์แต่ละเครื่องด้วยสูตรของ บูซง คือ

โดยในการวิจัยนี้เลือกใช้ข้อมูลที่มี 80 เควี

4.4 ใช้โปรแกรมที่สร้างขึ้นคำนวณ ปริมาณรังสีที่ค่า เควีพีอื่น ได้แก่ที่ 53, 58, 63, 68, 73, 78, 83, 88, 93, 98 ที่ระยะ เอ็มเอ เวลา พื้นที่ เหมือน 4.1 เปรียบเทียบค่าคำนวณกับค่าวัดจริง

ผลการศึกษา

สมการสหสัมพันธ์อย่างง่ายของเครื่องเอกซเรย์ทั้งสามที่สามารถใช้ประเมินรังสีตกกระทบผิวผู้ป่วยที่ระยะ 100 ซม. มีดังนี้

เครื่องเอกซเรย์ซิมัดซี รุ่น เรดิโอเทก $\log mR/mAs = 1.90 \log kVp - 2.67$, $r^2 = 0.995$

เครื่องเอกซเรย์ไอ เอ็ม เอส $\log mR/mAs = 2.048 \log kVp - 3.031$, $r^2 = 0.996$

เครื่องเอกซเรย์ซิมัดซี รุ่น 150 บี-10 $\log mR/mAs = 2.266 \log kVp - 3.492$, $r^2 = 0.997$

ตารางที่ 1 ตารางแสดงความคลาดเคลื่อนของการประเมินค่าปริมาณรังสี จากเครื่องเอกซเรย์ (% ความผิดพลาด $\pm$ SD) ด้วยวิธีของบุซงและวิธีใหม่

เครื่องเอกซเรย์	ซิมคซี รุ่น เรดิโอเทก	โอ เอ็ม เอส	ซิมคซี รุ่น 150 บี-10	ค่าเฉลี่ย
วิธีของบุซง	0.24 ± 3.26	1.83 ± 3.11	2.68 ± 4.28	-1.58 ± 3.61
วิธีการแบบใหม่	0.11 ± 2.97	0.48 ± 2.79	1.54 ± 3.00	-0.71 ± 2.89

วิจารณ์

จากผลการวิจัยจะเห็นว่า การประเมินปริมาณรังสี จากเครื่องเอกซเรย์ทั้งสาม มีเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดต่ำ และมีค่าการกระจายต่ำทั้งวิธีแบบบุซงและวิธีการแบบใหม่ โดยมีค่า -1.58 ± 3.61 และ -0.71 ± 2.89 ตามลำดับ เมื่อเทียบกับของ कुमारและคณะ¹ ที่ได้วิจัยเปรียบเทียบ จากเครื่องเอกซเรย์ 7 เครื่อง 6 วิธี บางวิธีมีความผิดพลาด ถึง 60% อย่างไรก็ตามการประเมินแบบยูนิติ และแบบ วิธีสแควร์ก็มีค่าความผิดพลาดอยู่ในเกณฑ์ต่ำแต่มีการกระจายค่อนข้างมาก คือมีค่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาด -3.9 ± 14.5 และ 0.7 ± 19.4 ตามลำดับ¹ ทั้งนี้อาจเป็น ผลมาจากวิธีประเมินแตกต่างกัน จำนวนเครื่องต่างกัน รวมทั้งเครื่องเอกซเรย์ที่ใช้ในการศึกษานี้ได้รับการควบคุม ให้มีคุณภาพมาตรฐานจึงทำให้ค่ากระจายต่ำ โปรแกรม ที่พัฒนาขึ้น แม้ในการติดตั้งจะใช้ค่าอ้างอิงถึง 10 ค่า แต่ทำเพียงแค่ครั้งเดียวก็สามารถใช้โปรแกรมได้ตลอด ครอบคลุมเท่าที่เครื่องเอกซเรย์ยังคงทำงานได้มาตรฐาน หรือ ไม่มีอุปกรณ์สำคัญเสียหาย อย่างไรก็ตามวิธีคำนวณของ บุซงก็มีค่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาด เพียง -1.58 ± 3.61 หากนำไปประยุกต์ใช้สำหรับโรงพยาบาลที่ไม่มีเครื่องวัด รังสีจะได้รับความสะดวกเนื่องจากสามารถใช้ค่าอ้างอิง จากการวัดเพียงค่าเดียวที่กรมวิทยาศาสตร์ ตรวจวัดใน ขั้นตอนรับรองคุณภาพเครื่องเอกซเรย์ในการคำนวณได้

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จลงได้ด้วยความกรุณาของหลายท่าน คณะผู้วิจัยขอขอบคุณรองศาสตราจารย์ระวีวรรณ กันไพเราะ ที่กรุณาตรวจต้นฉบับและให้คำแนะนำ ในการเขียนรายงานฉบับนี้ ขอขอบคุณอาจารย์พิรุณ ไชยเชียงใหม่และผู้ช่วยศาสตราจารย์ทวีศักดิ์ เรียมศิริ

ที่ให้ข้อเสนอแนะในการทำวิจัย ขอขอบคุณอาจารย์สุชาติ เกียรติวัฒนเจริญ ที่ให้ข้อเสนอแนะการใช้สถิติ และขอขอบคุณ อาจารย์ ดร.สุวิทย์ แซ่ควั ที่ช่วยตรวจสอบความถูกต้อง ของภาษาอังกฤษในส่วนบทคัดย่อ และขอขอบคุณ คุณพลศักดิ์ อินทรกุล และคุณปริศนา ตราชู ที่เป็นแรงบันดาลใจในการทำวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

1. Kumar Pratik, Kaul Rashmi, Rehani, M.M., Sethi Bhawna and Berry M. Two new formulae for estimating the output of x ray unit Journal of Medical Physics. 1996;21(2):64-70.
2. Edmands, I.R. Calculation of patient skin dose from diagnostic X ray procedure. British journal radiology. 1984;57:733-4
3. McCullough, E.C. and Cameron, J.R. Exposure rates from diagnostic X - ray unit. British journal radiology. 1970;43:448-551.
4. Walbarst, A.B. Physics of radiology Prentice Hall 1993.
5. Chougule, A.A. and Hussain, S. Verification of an empirical formula for estimation of skin exposure during radiography Ind J Radiol imag. 1993;3:49-50.
6. Bushong Stewart C. Radiologic science for technologist physics, biology, and protection. 8th ed. St. Louis: Elsevier Mosby; 2004.
7. Kothan S. Comparison of calculated and direct measured X-radiation output Bangkok: Mahidol University; 1998.