# ผลการสำรวจค่าปริมาณรังสีจากเครื่องเอกซเรย์วินิจฉัยทั่วประเทศในโครงการทดสอบความชำนาญด้านการวัดรังสีเอกซ์ในการตรวจวินิจฉัย

*อภิชาติ หอเที่ยงธรรม[1] ธงชัย สุดประเสริฐ[1] และนาฏนลิน ศาสตรี[1]

สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ เลขที่ 16 ถ. วิภาวดีรังสิต แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

โทรศัพท์ 0 2596 7600 ต่อ 1428 โทรสาร 0 2562 0093

E-mail: apichart@oaep.go.th, thongchai@oaep.go.th, natnalin@oaep.go.th

## บทคัดย่อ

กลุ่มมาตรฐานการวัดรังสีและกัมมันตภาพรังสี สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ ได้ดำเนินการสำรวจค่าปริมาณรังสีจากเครื่องเอกซเรย์ในหน่วยงานรังสีวินิจฉัยทั่วประเทศ โดยมีจุดประสงค์เพื่อนำผลการสำรวจมาหาค่าปริมาณรังสีอ้างอิงที่ผู้รับการวินิจฉัยของประเทศไทยได้รับ ซึ่งเป็นส่วนสำคัญในกระบวนการควบคุมคุณภาพการตรวจวินิจฉัยด้วยเอกซเรย์ เพื่อให้การตรวจวินิจฉัยเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพโดยผู้รับการตรวจวินิจฉัยได้รับปริมาณรังสีน้อยที่สุด การสำรวจนี้มีหน่วยงานรังสีวินิจฉัยเข้าร่วมทั้งสิ้น 252 หน่วยงาน จากทั้งภาครัฐและเอกชน การสำรวจนี้ใช้วิธีการวัดปริมาณรังสีด้วยระบบเทอร์โมลูมิเนสเซนต์ (TLD system) โดยใช้แผ่น TLD ใส่ในกลักวางแทนที่ตำแหน่งคนไข้ และทำการฉายรังสีเอกซ์ โดยทำการวัดที่เงื่อนไขสภาวะแวดล้อมการฉายรังสีตามจริงและค่าปัจจัยเทคนิคของเครื่องฉายที่หน่วยงานรังสีวินิจฉัยใช้อยู่เป็นปกติและใช้บ่อยที่สุด (เช่นค่าศักย์ไฟฟ้า ค่ากระแส และเวลาที่ฉาย) จากนั้นจึงนำข้อมูลผลการสำรวจและวัดค่าปริมาณรังสีมาคำนวณหาค่าเฉลี่ยและเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 75

**คำสำคัญ : รังสีวินิจฉัย เอกซเรย์วินิจฉัย เทอร์โมลูมิเนสเซนต์ ปริมาณรังสีวินิจฉัยอ้างอิง**

# Results of Dose Measurements in X-ray Diagnostic Examinations in Thailand

*Apichart Hortiangtham[1], Thongchai Soodprasert[1] and Natnalin Sastri[1]

[1] Office of Atoms for Peace 16 Vibhavadi Rangsit Rd., Lat Yao, Chatuchak, Bangkok 10900

Phone: 0 2596 7600 ext 1428, Fax: 0 2562 0093,

E-mail: apichart@oaep.go.th, thongchai@oaep.go.th, natnalin@oaep.go.th

## Abstract

The Ionizing Metrology Group, Office of Atoms for Peace, Thailand, has carried out the survey on the patient dose in the x-ray diagnostic examination in radiology sectors around the country in order to establish the national diagnostic reference level. 252 x-ray units from both private and government institutions were examined. The measurement of dose which would be received by patient has been performed by using typical TLD system, including TLD card and card reader. The TLD cards placed in card holders were positioned as a representative of

the patient during the exposure in the most typical and frequently used conditions of examination (i.e., kVp, mA and exposure time) in each x-ray unit. The measured data were then processed and average dose and the 75th percentile were deduced.

**Keywords: diagnostic radiology, x-ray diagnostic, thermoluminescence, diagnostic reference level**

## 1.บทนำ

ในกระบวนการควบคุมคุณภาพการตรวจวินิจฉัยด้วยรังสีเอกซ์ หัวใจสำคัญประการหนึ่งคือการพยายามให้ผู้รับการตรวจวินิจฉัยได้รับปริมาณรังสีน้อยที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ (optimization) โดยที่จะต้องคงคุณภาพของการตรวจวินิจฉัยไว้ ให้ได้ข้อมูลที่เพียงพอสำหรับการวินิจฉัยโรคอย่างมีประสิทธิภาพถูกต้องแม่นยำ หน่วยงานรังสีวินิจฉัยจึงจำเป็นที่จะต้องมีการปรับปรุงวิธีการปฏิบัติงานอยู่เสมอเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ดังกล่าวข้างต้น ซึ่งหากหน่วยงานรังสีวินิจฉัยทราบค่าปริมาณรังสีที่ได้รับจากกระบวนการตรวจวินิจฉัยของหน่วยงาน และค่าปริมาณรังสีอ้างอิงที่ผู้รับการวินิจฉัยของประเทศไทยได้รับ ก็จะสามารถประเมินและปรับปรุงกระบวนการและวิธีปฏิบัติงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

กลุ่มมาตรฐานการวัดรังสีและกัมมันตภาพรังสี สำนักสนับสนุนการกำกับดูแลความปลอดภัยจากพลังงานปรมาณู สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ จึงได้ดำเนินการสำรวจค่าปริมาณรังสีจากเครื่องเอกซเรย์ในหน่วยงานรังสีวินิจฉัยทั่วประเทศ จำนวนรวมทั้งสิ้น 252 เครื่อง โดยเลือกวิธีการคือวัดปริมาณรังสีดูดกลืน ในหน่วยมิลลิเกรย์ (mGy) โดยใช้เครื่องวัดปริมาณรังสีแบบเทอร์โมลูมิเนสเซนต์หรือทีแอลดี (TLD) ใส่ในกลัก วางแทนที่ตำแหน่งคนไข้ และทำการฉายรังสีเอกซ์ โดยทำการวัดค่าปริมาณรังสีจากกระบวนการฉายรังสีเอกซ์ที่เงื่อนไขสภาวะแวดล้อมการฉายรังสีตามจริง และใช้ค่าปัจจัยเทคนิคของเครื่องฉายที่หน่วยงานรังสีวินิจฉัยใช้อยู่เป็นปกติและใช้บ่อยที่สุด (เช่น ค่าศักย์ไฟฟ้า [kV] ค่ากระแส [mA] และเวลาที่ฉาย [s]) คณะผู้วิจัยได้ขอความร่วมมือเจ้าหน้าที่ของหน่วยงานรังสีวินิจฉัยและมอบทีแอลดีให้กลับไปทำการฉายรังสีเอง จากนั้นจึงส่งทีแอลดีกลับคืนให้ทางคณะผู้วิจัยทางไปรษณีย์ เพื่อทำการอ่านค่าด้วยเครื่องอ่านทีแอลดีที่มีอยู่แล้วที่สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ จากนั้นจึงนำข้อมูลผลการสำรวจและวัดค่าปริมาณรังสีมาคำนวณและสรุปผล

ค่าปริมาณรังสีที่วัดด้วยทีแอลดีตามกระบวนการข้างต้น (1) เป็นตัวบ่งชี้ค่าปริมาณรังสีที่ผู้ป่วยได้รับโดยตรง (2) มีการระบุกระบวนการวัดที่แน่นอน และปฏิบัติได้ง่าย การคำนวณไม่ซับซ้อน (3) มีความสัมพันธ์กับค่าปัจจัยเทคนิคที่ใช้ในการฉายรังสี จึงสามารถใช้ค่าที่วัดนี้มาหาค่าปริมาณรังสีอ้างอิงที่ผู้รับการวินิจฉัยของประเทศไทยได้รับได้ [1] (ประเทศในสหภาพยุโรปวัดค่า Entrance Surface Dose, ESD มาหาค่าปริมาณรังสีอ้างอิงที่ผู้รับการวินิจฉัยได้รับ [Diagnostic Reference Level, DRL][2, 3]

อ้างอิงตามรายงาน European Commission Radiation Protection 109[2] ค่าปริมาณรังสีอ้างอิง คือค่าปริมาณรังสีที่เปอร์เซ็นไทล์ที่ 75 ของการสำรวจ โดยค่านี้ไม่ได้หมายถึงค่าขีดจำกัดปริมาณรังสี (dose limit) แต่เป็นเสมือนค่าอ้างอิงที่บอกว่า หากหน่วยงานวินิจฉัยได้ปฏิบัติงานตามกระบวนการอย่างถูกต้องตามที่ได้กำหนดไว้แล้ว แต่ค่าปริมาณรังสีที่วัดได้เมื่อเปรียบเทียบกับหน่วยงานอื่นทั่วประเทศยังอยู่ในช่วงที่มากกว่าค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 75 หน่วยงานรังสีวินิจฉัยควรมีการตรวจสอบสาเหตุ และอาจต้องมีการปรับปรุงวิธีการและกระบวนการในการฉายรังสี เพื่อลดปริมาณรังสีลงให้อยู่ในช่วงที่น้อยกว่าค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 75 [1]

## 2. วัสดุอุปกรณ์

### 2.1 เครื่องวัดปริมาณรังสี

การสำรวจนี้ ใช้เครื่องวัดปริมาณรังสีแบบแบบเทอร์โมลูมิเนสเซนต์หรือทีแอลดี (TLD) รุ่น TLD-card 6776 (Harshaw) with badge ซึ่งเป็นชนิดแผ่นชิป (chip) 4 แผ่น เคลือบเทฟลอนบรรจุบนการ์ดอะลูมิเนียม และบรรจุในกลัก โดยกลักทีแอลดีจะถูกหุ้มด้วยซองพลาสติกใสอีกชั้นหนึ่งขณะทดลองฉายรังสี และจะหันด้านที่เป็นฟิลเตอร์ของกลักรับรังสี หลังจากฉายรังสีการ์ดทีแอลดีจะถูกนำมาอ่านโดยเครื่องอ่านการ์ดทีแอลดีรุ่น Harshaw 6600 เป็นเครื่องอ่านการ์ดทีแอลดีแบบอัตโนมัติชนิดใช้แก๊สไนโตรเจนร้อน การ์ดทีแอลดีและเครื่องอ่านได้รับการสอบเทียบในหน่วยมิลลิเกรย์ (mGy) โดยเครื่องฉายรังสีเอกซ์ (รุ่น XYXLON International MGC41 7.5 – 160 kV) หัววัดรังสีมาตรฐานชนิดไอออไนเซชันแชมเบอร์ (รุ่น A6 Exradin ปริมาตรหัววัด 800 ซีซี) และเครื่องวัดประจุไฟฟ้า (electrometer รุ่น MAX 4000) ของห้องปฏิบัติการวัดรังสีมาตรฐานทุติยภูมิ สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ โดยหัววัดรังสีมาตรฐานและเครื่องวัดประจุไฟฟ้าสามารถสอบกลับได้ไปยังมาตรฐานปฐมภูมิ (The Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB))

### 2.2 เครื่องเอกซเรย์

เครื่องเอกซ์เรย์ที่เข้าร่วมในการสำรวจเป็นเครื่องเอกซเรย์ชนิดทั่วไปในหน่วยงานรังสีวินิจฉัยทั่วประเทศ หน่วยงานละ 1 เครื่อง รวมจำนวนทั้งสิ้น 252 เครื่อง

## 3. วิธีการ

### 3.1 ศึกษาสมบัติการ fading ของทีแอลดี

โดยฉายรังสีแกมมาจากต้นกำเนิดรังสี Cs-137 ปริมาณ 300 มิลลิเรินต์เกน ให้กับการ์ดทีแอลดีโดยไม่ใส่กลักจำนวน 53 การ์ด และแบ่งกลุ่มการ์ดเป็นหกกลุ่ม และแยกอ่านการ์ดด้วยเครื่องอ่านตาม

ระยะเวลาหลังจากการฉายรังสีดังนี้ อ่านทันทีหลังการฉายรังสี อ่านหลังการฉายรังสี 1 2 5 7 และ 10 สัปดาห์ตามลำดับ เขียนกราฟระหว่างค่าปริมาณประจุไฟฟ้าที่อ่านได้กับระยะเวลาหลังการฉายรังสี

**3.2 สอบเทียบเครื่องวัดปริมาณรังสีในหน่วยเกรย์**

โดยใช้การ์ดทีแอลดีใส่ในกลัก สอบเทียบกับรังสีเอกซ์ที่ค่าศักย์ไฟฟ้า 40 60 80 100 120 และ 150 kV ฉายรังสีเป็นปริมาณ 1.5 มิลลิเกรย์ หลังจากนั้นนำการ์ดทีแอลดีไปอ่านด้วยเครื่องอ่าน และนำค่าปริมาณประจุที่อ่านได้มาคำนวณหา calibration coefficient (CF)

**3.3 เตรียมทีแอลดีและแจกจ่ายทีแอลดีให้หน่วยงานด้านรังสีวินิฉัย**

โดยนำการ์ดทีแอลดีที่ผ่านการแอลนีล (anneal) ใส่ในกลักและนำกลักทีแอลดีใส่ในถุงพลาสติกใสอีกชั้นหนึ่ง แจกทีแอลดีให้หน่วยงานด้านรังสีวินิจฉัยหน่วยงานละ 3 กลัก (พร้อมซองจดหมายกันกระแทก เพื่อให้หน่วยงานที่เข้าร่วมส่งทีแอลดีคืนทางไปรษณีย์) กลักที่หนึ่งและสองเป็นทีแอลดีที่จะให้ทำการฉายรังสี กลักที่สามให้เป็นชุดควบคุมไม่ต้องฉายรังสี

**3.4 หน่วยงานรังสีวินิจฉัยทำการฉายรังสีในช่วงวันที่ที่ทางคณะผู้วิจัยกำหนด**

โดยวางกลักทีแอลดีหมายเลขหนึ่งแทนที่ตำแหน่งคนไข้ ใช้กระบวนการฉายรังสีเอกซ์ที่เงื่อนไขสภาวะแวดล้อมการฉายรังสีตามจริงและใช้ค่าปัจจัยเทคนิคของเครื่องฉายที่หน่วยงานรังสีวินิจฉัยใช้อยู่เป็นปกติและใช้บ่อยที่สุด หลังจากนั้นทำซ้ำกระบวนการเดิมแต่ใช้ทีแอลดีกลักหมายเลขสองแทนหมายเลขหนึ่ง จากนั้นจึงนำทีแอลดีทั้งสามกลักส่งคืนคณะผู้วิจัย

**3.5 รวบรวมทีแอลดีกลับคืน**

การสำรวจค่าปริมาณรังสีจากเครื่องเอกซเรย์วินิจฉัยทั่วประเทศนี้ ได้แบ่งระยะเวลาการสำรวจออกตามภูมิภาคเป็น 4 ครั้ง คือภาคอีสาน ภาคใต้ ภาคกลาง และภาคเหนือตามลำดับ ในแต่ละครั้งจะรวบรวมทีแอลดีจนครบตามจำนวนที่แจกไป แล้วจึงนำทีแอลดีทั้งหมดในแต่ละครั้งมาอ่านค่าพร้อมกัน

**3.6 ประเมินค่าปริมาณรังสี ประมวลผล และจัดทำรายงานผล**

โดยทำการอ่านค่าปริมาณรังสีด้วยเครื่องอ่านการ์ดทีแอลดี ในวันที่ถัดจากวันสุดท้ายของช่วงเวลาที่กำหนดให้ฉายรังสีมากกว่า 1 สัปดาห์ขึ้นไป และทำการประเมินค่าปริมาณรังสี

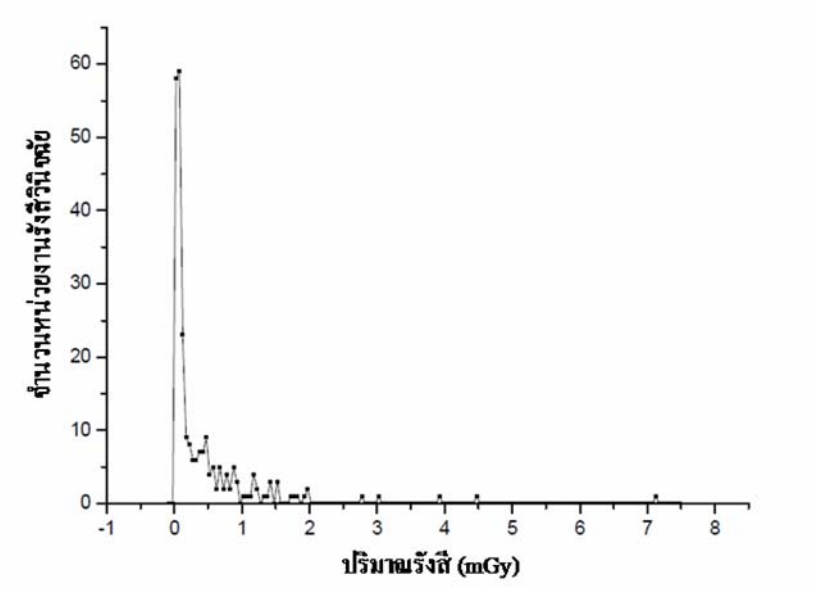
## 4. ผลการทดลองและวิจารณ์

ผลการศึกษาสมบัติการ fading ของทีแอลดีพบว่ามีการลดลงอย่างรวดเร็วของปริมาณประจุที่เครื่องอ่านการ์ดทีแอลดีอ่านได้ในช่วงสัปดาห์แรกหลังจากการฉายรังสี โดยลดลงประมาณ 25% ของค่าที่อ่านหลังจากฉายรังสีทันที และหลังจากสัปดาห์แรกไปแล้ว ปริมาณประจุที่อ่านได้มีแนวโน้มคงที่ (ค่าแกว่งอยู่ในช่วงไม่เกิน ±10%) จากผลการทดลองนี้ทำให้คณะผู้วิจัยกำหนดวันที่ทำการอ่าน

การ์ดทีแอลดีในขั้นตอนการประเมินค่าปริมาณรังสี เป็นวันที่ถัดจากวันสุดท้ายของช่วงเวลาที่กำหนดให้ฉายรังสี 1 สัปดาห์ขึ้นไป

การสอบเทียบเครื่องวัดปริมาณรังสีในหน่วยเกรย์ ได้ค่า CF ในหน่วยไมโครเกรย์ต่อนาโนคูลอมบ์ ที่ค่าศักย์ไฟฟ้า 40 60 80 100 120 และ 150 kV คือ 26.5 16.9 16.8 16.6 16.1 และ 16.8 ตามลำดับ โดยค่าความไม่แน่นอนที่ประมาณได้มีค่าน้อยกว่า 10% จากผลการทดลองนี้ คณะผู้วิจัยได้เลือกใช้ค่า CF สำหรับการประเมินค่าปริมาณรังสีในการสำรวจครั้งนี้ดังนี้ ถ้าค่าศักย์ไฟฟ้า น้อยกว่า 45 kV ใช้ CF = 26.5 ถ้ามากกว่าหรือเท่ากับ 45 kV แต่น้อยกว่า 55 kV ใช้ CF = 21.6 (เฉลี่ยค่า CF ที่ 40 kV และ60 kV) ถ้ามากกว่าหรือเท่ากับ 55 kV ใช้ CF = 16.6 (เฉลี่ยค่า CF ที่ 60 kV ถึง 150 kV) ในหน่วยไมโครเกรย์ต่อนาโนคูลอมบ์

ผลการประเมินค่าปริมาณรังสีจากการสำรวจจากเครื่องเอกซเรย์ชนิดทั่วไปในหน่วยงานรังสีวินิจฉัย จำนวนรวมทั้งสิ้น 252 เครื่อง แสดงได้ดังรูปที่ 1 ผลการสำรวจอยู่ในช่วง 0.01- 7.13 mGy โดยมีค่าเฉลี่ยของปริมาณรังสีคือ 0.40 mGy และค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 75 มีค่า 0.48 mGy ค่าความไม่แน่นอนที่ประมาณได้มีค่าคือ 10% สำหรับค่าที่มากกว่า 0.2 mGy สำหรับค่าปริมาณรังสีที่น้อยกว่า 0.2 mGy ค่าความไม่แน่นอนจะมีมากกว่า 10%




รูปที่1 ผลการประเมินค่าปริมาณรังสีจากการสำรวจจากเครื่องเอกซเรย์ชนิดทั่วไปในหน่วยงานรังสีวินิจฉัย

## 5. สรุป

ผลการประเมินค่าปริมาณรังสีจากการสำรวจจากเครื่องเอกซเรย์ชนิดทั่วไปในหน่วยงานรังสีวินิจฉัย จำนวนรวมทั้งสิ้น 252 เครื่อง มีผลการสำรวจอยู่ในช่วง 0.01- 7.13 mGy โดยมี ค่าเฉลี่ยของปริมาณรังสีคือ 0.40 mGy และค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 75 มีค่า 0.48 mGy

## 6. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ของสำนักสนับสนุนการกำกับดูแลความปลอดภัยจากพลังงานปรมาณู และสำนักกำกับดูแลความปลอดภัยทางรังสี สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ ที่เอื้อเฟื้อข้อมูลด้านวิชาการ อุปกรณ์เครื่องมือ และช่วยเหลือด้านการประสานงานกับหน่วยงานรังสีวินิจฉัย ขอขอบคุณหน่วยงานรังสีวินิจฉัยทุก ๆ หน่วยงานที่ให้ความร่วมมือในการสำรวจปริมาณรังสีครั้งนี้ จนการดำเนินงานสำเร็จลุล่วง

## 7. เอกสารอ้างอิง

1. Bourguignon, M. H., Application of diagnostic reference levels in medical practice [online], Available from http://w3.tue.nl/fileadmin/sbd/Documenten/IRPA_refresher_courses/DiagnosticReferenceLevelsMedical_RC-7.pdf, [Accessed 17 Feb 2011].
2. European Commission, 1999. European guidance on diagnostic reference level (DRLs) for medical exposure. Radiation Protection Report 109
3. Vassileva, J., Dimov, A., Slavchev, A., Karadjov, A., 2005. Bulgarian Experience in the Establishment of Reference Dose Levels and Implementation of a Quality Control System in Diagnostic Radiology. Radiation Protection Dosimetry. 117, 1–3, 131–134.