

การประเมินความปลอดภัยของห้องเอกซเรย์ในสถานพยาบาล ประเภทไม่รับผู้ป่วยไว้ค้างคืน

ศุภชัย นิกภาพุญช์

ศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ที่ 8 (อุดรธานี) กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ อำเภอเมือง อุดรธานี 41330

บทคัดย่อ การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจและประเมินความปลอดภัยของห้องเอกซเรย์จากปริมาณรังสีกระเจิงและปริมาณรังสีรั่วจากการถ่ายภาพรังสีวินิจฉัยทั่วไปและภาพรังสีฟัน สำหรับสถานพยาบาลประเภทไม่รับผู้ป่วยไว้ค้างคืนจำนวน 13 แห่ง ที่ยังไม่เคยได้รับการตรวจสอบความปลอดภัยมาก่อน โดยใช้เครื่องสำรวจรังสีแบบดิจิทัล วัดปริมาณรังสีที่ตำแหน่งต่าง ๆ ทั้งบริเวณด้านในและด้านนอกห้องเอกซเรย์รวมทั้งบริเวณเพื่อนบ้านที่อยู่ติดกัน ผลการตรวจวัดปริมาณรังสีและประเมินการได้รับปริมาณรังสีต่อสัปดาห์สำหรับ กลุ่มผู้ปฏิบัติงานด้านรังสี กลุ่มบุคคลทั่วไปที่อาศัยอยู่ในอาคารเดียวกันและกลุ่มบุคคลทั่วไปที่เป็นเพื่อนบ้านติดกัน พบว่ามีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 0.5 – 50.1 $\mu\text{Gy/wk}$ 2.9 – 95.4 $\mu\text{Gy/wk}$ และ 0.2 – 3.1 $\mu\text{Gy/wk}$ ตามลำดับ ซึ่งพบว่าจำนวนสถานพยาบาลจำนวน 10 แห่ง (77%) นั้นมีค่าปริมาณรังสีที่กลุ่มบุคคลทั่วไปที่อาศัยอยู่ในอาคารเดียวกันได้รับต่อสัปดาห์เกินกว่าขีดจำกัดตามที่คณะกรรมการว่าด้วยการป้องกันอันตรายจากรังสีนานาชาติ ฉบับที่ 103 (ICRP 103) ได้กำหนดไว้ นอกจากนี้ในงานวิจัยนี้ยังได้คำนวณขนาดความหนาของกำแพงหรือผนังห้องเอกซเรย์วินิจฉัยทั่วไปและห้องเอกซเรย์ฟันตามข้อเสนอแนะของสภาแห่งชาติว่าด้วยการป้องกันอันตรายจากรังสีและการวัดรังสีของสหรัฐอเมริกา ฉบับที่ 147 และ 145 (NCRP 147, NCRP 145) ตามลำดับ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการออกแบบและสร้างห้องเอกซเรย์สำหรับสถานพยาบาลประเภทไม่รับผู้ป่วยไว้ค้างคืนต่อไป

บทนำ

ปัจจุบันได้มีการใช้รังสีจากเครื่องเอกซเรย์เพิ่มมากขึ้นสำหรับการวินิจฉัยโรคทั่วไปและโรคฟัน ตามจำนวนของสถานพยาบาลประเภทไม่รับผู้ป่วยไว้ค้างคืนที่มีมากขึ้นโดยเฉพาะสถานพยาบาลขนาดเล็กหรือคลินิก การใช้รังสีในทางการแพทย์จะต้องมีมาตรการด้านความปลอดภัยของห้องเอกซเรย์ที่เพียงพอ ห้องเอกซเรย์ที่มีขนาดเล็กและไม่ได้รับการออกแบบนั้น อาจส่งผลให้มีปริมาณรังสีกระเจิงสูงภายในห้องเอกซเรย์และมีปริมาณรังสีรั่วออกมาภายนอกห้องเอกซเรย์มากกว่าค่าที่กำหนดตามเกณฑ์ความปลอดภัยได้ สถานพยาบาลขนาดเล็กหลายแห่งจะดำเนินการสร้างห้องเอกซเรย์ขึ้นมาเองโดยไม่ได้มีการออกแบบและ

คำนวณแบบแปลนห้องเอกซเรย์มาก่อน ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นการดัดแปลงและต่อเติมจากตัวอาคารเดิมโดยใช้วัสดุที่กันรังสีได้น้อยและมีความหนาที่ไม่เพียงพอ นอกจากนี้ห้องเอกซเรย์หลายแห่งยังไม่เคยได้รับการตรวจวัดและประเมินความปลอดภัยจากรังสี ในการออกแบบและสร้างห้องเอกซเรย์ให้สามารถป้องกันรังสีได้อย่างเพียงพอและมีความปลอดภัยในการใช้งานต่อผู้ปฏิบัติงานและบุคคลทั่วไปนั้น จะพิจารณาเกณฑ์ความปลอดภัยจากค่าขีดจำกัดปริมาณรังสี (dose limit) โดยจำแนกตามกลุ่มของผู้ได้รับรังสีตามที่คณะกรรมการว่าด้วยการป้องกันอันตรายจากรังสีระหว่างประเทศ (International Commission on Radiological

Protection: ICRP) ได้เสนอแนะไว้ในรายงานฉบับที่ 103⁽¹⁾ ว่าเจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงานด้านรังสีจะต้องได้รับปริมาณรังสียังผลไม่เกิน 20 mSv ต่อปี และไม่เกิน 1 mSv ต่อปี สำหรับบุคคลหรือประชาชนทั่วไป เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดโรคมะเร็งชนิดต่างๆ ขึ้นในภายหลัง

ดังนั้นเพื่อให้ทราบถึงระดับความเสี่ยงดังกล่าว ในงานวิจัยนี้จึงได้ทำการสำรวจข้อมูลพื้นฐานของห้องเอกซเรย์สำหรับสถานพยาบาลประเภทไม่รับผู้ป่วยไว้ค้างคืนขนาดเล็กในเขตพื้นที่รับผิดชอบของศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ที่ 8 โดยเน้นไปยังกลุ่มห้องเอกซเรย์ที่ยังไม่เคยผ่านการตรวจสอบมาก่อน และตรวจวัดระดับปริมาณรังสีที่ตำแหน่งต่างๆ ทั้งบริเวณภายในและภายนอกห้องเอกซเรย์ รวมถึงบริเวณบ้านข้างเคียงที่มีผนังอาคารติดกัน แล้วนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์และประเมินถึงระดับความเสี่ยงจากรังสีที่อาจจะได้รับสำหรับกลุ่มผู้ปฏิบัติงานด้านรังสีและกลุ่มบุคคลทั่วไป จากนั้นจะได้คำนวณหาขนาดความหนาของผนังห้องเอกซเรย์ที่เพียงพอสำหรับบุคคลที่อาศัยหรือทำงานอยู่ทั้งในบริเวณควบคุมหรือบริเวณไม่ควบคุม โดยจะต้องได้รับรังสีไม่เกินกว่าค่าขีดจำกัดปริมาณรังสี เพื่อใช้เป็นตัวอย่างหรือแนวทางสำหรับสถานพยาบาลประเภทไม่รับผู้ป่วยไว้ค้างคืนขนาดเล็กต่อไป

วัสดุและวิธีการ

การสำรวจ

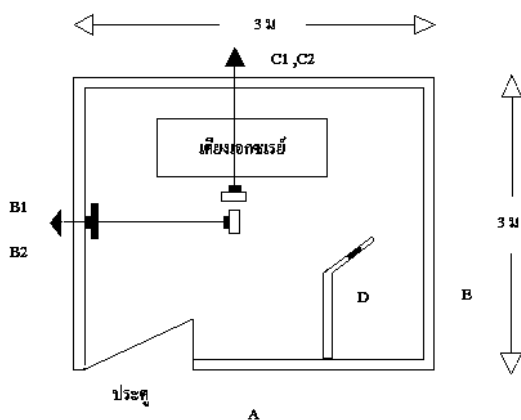
ศึกษาข้อมูลสถานพยาบาลเดิมที่มีอยู่แล้วจากกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์และที่สำรวจเพิ่มเติมในเขตพื้นที่รับผิดชอบของศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ที่ 8 อุดรธานี จากนั้นเลือกกลุ่มตัวอย่างซึ่งประกอบด้วยห้องเอกซเรย์ของสถานพยาบาลประเภทไม่รับผู้ป่วยไว้ค้างคืนหรือคลินิก จำนวน

13 แห่ง ซึ่งไม่เคยผ่านการตรวจสอบมาก่อนทั้งห้องเอกซเรย์เก่าและใหม่ โดยจำแนกออกเป็นกลุ่มที่ใช้เครื่องเอกซเรย์วินิจฉัย จำนวน 8 แห่ง และเครื่องเอกซเรย์ฟัน จำนวน 5 แห่ง จากจำนวนทั้งหมดประมาณ 30 แห่ง กลุ่มบุคคลที่มีโอกาสได้รับรังสีประกอบด้วย กลุ่มของเจ้าหน้าที่ด้านรังสีหรือบุคคลที่จะต้องทำงานอยู่ภายในบริเวณควบคุม กลุ่มของบุคคลทั่วไปที่ต้องทำงานหรืออาศัยอยู่บริเวณใกล้เคียงห้องเอกซเรย์ และกลุ่มของบุคคลทั่วไปที่ทำงานหรืออาศัยอยู่คนละอาคารแต่นั่งห้องติดกันซึ่งในที่นี้จะเรียกว่าเพื่อนบ้าน ในการสำรวจนั้นจะเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับจำนวนของผู้ป่วยที่ได้รับการถ่ายภาพรังสี ค่าตัวแปรเทคนิคที่ใช้ ชนิดและขนาดกำลังงานของเครื่องเอกซเรย์ ขนาดความกว้างและยาวของห้องเอกซเรย์ การกำหนดขอบเขตบริเวณรังสี ชนิดของวัสดุที่ใช้ทำผนังห้องและกำแพงหรือฉากกั้นรังสี ลักษณะบริเวณรอบๆ ห้องเอกซเรย์ (เช่น อยู่ติดกันกับห้องหรือส่วนไหนภายในอาคารของสถานที่นั้น ส่วนภายนอกอาคารของสถานที่นั้นอยู่ติดกับเพื่อนบ้านใกล้เคียงหรือไม่) สัดส่วนเวลาการอาศัยอยู่ของบุคคลรอบๆ ห้องเอกซเรย์ ทิศทางการฉายลำรังสีไปในแต่ละผนัง ลักษณะของห้องควบคุมเครื่อง วัสดุป้องกันรังสี (เช่น เสื้อตะกั่ว) ลักษณะของประตูห้อง ป้ายหรือสัญลักษณ์เตือนภัยทางรังสี สัญญาณไฟเตือนขณะถ่ายภาพรังสี แล้ววิเคราะห์สภาพปัญหาจากกลุ่มตัวอย่างและประเมินลักษณะความเสี่ยงที่อาจจะเกิดขึ้นได้สำหรับแต่ละคลินิก จากนั้นได้ทำการตรวจวัดรังสีด้วยเครื่องสำรวจรังสีแบบดิจิทัลผลิตภัณฑ์ของ Fluke Biomedical รุ่น 451 P ที่มีความไวต่อปริมาณรังสีระดับต่ำ (μR) ซึ่งได้รับการสอบเทียบจากบริษัทผู้ผลิต โดยการวัดรังสีที่ตำแหน่งต่างๆ ทั้งบริเวณภายในและภายนอกห้องเอกซเรย์ เช่น หลังฉากกั้นรังสี

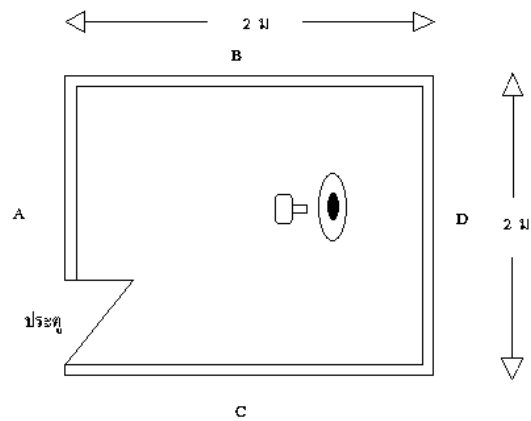
บริเวณควบคุมเครื่อง ตำแหน่งที่เจ้าหน้าที่ยืน ผนังในแต่ละด้าน ประตู และบริเวณอื่นๆ ที่บุคคลทั่วไปอาศัยหรือทำงานอยู่ เป็นต้น โดยใช้น้ำบรรจุในภาชนะพลาสติกหนาประมาณ 20 เซนติเมตร แทนตัวผู้ป่วยจริง แล้ววิเคราะห์ข้อมูลเพื่อประเมินค่าปริมาณรังสีต่อสัปดาห์ที่คาดว่าแต่ละกลุ่มบุคคลจะได้รับ โดยใช้ค่าภาระงาน (workload) เท่ากับ 300 mA min/wk และ 17.5 mA min/wk สำหรับเครื่องเอกซเรย์วินิจฉัยทั่วไปและเครื่องเอกซเรย์ฟันตามลำดับ (ซึ่งได้จากการวิเคราะห์จำนวนผู้ป่วยและค่าตัวแปรเทคนิคที่ตั้ง)

การคำนวณความหนาของผนังห้องเอกซเรย์

จากข้อมูลของขนาดพื้นที่ห้องเอกซเรย์ที่สำรวจไว้แล้ว ได้ทดลองออกแบบห้องเอกซเรย์เพื่อเป็นตัวอย่าง โดยกำหนดให้ขนาดพื้นที่ห้องเอกซเรย์วินิจฉัยทั่วไปเท่ากับ 3×3 ตารางเมตร และห้องเอกซเรย์ฟันเท่ากับ 2×2 ตารางเมตร (ภาพที่ 1 และ 2) ตามลำดับ



ภาพที่ 1 ห้องเอกซเรย์วินิจฉัยทั่วไปขนาด 3×3 ตารางเมตร ที่ใช้ในการคำนวณความหนาของผนังในด้าน A (ด้านข้างและประตู) B (ด้านเอกซเรย์ทรงวงท่ายืน) C (ด้านท่าข้ามเตียง) D (ห้องควบคุมเครื่อง) และ E (ด้านหลังห้อง)



ภาพที่ 2 ห้องเอกซเรย์ฟันขนาด 2×2 ตารางเมตร ที่ใช้ในการคำนวณความหนาของผนังในด้าน A (ด้านหน้าผู้ป่วย) B และ C (ด้านข้างผู้ป่วย) และ D (ด้านหลังผู้ป่วย)

โดยใช้วิธีการคำนวณของสภาแห่งชาติว่าด้วยการป้องกันอันตรายจากรังสีและการวัดรังสี (National Council on Radiation Protection and Measurements) NCRP no.147⁽²⁾ และ NCRP no.145⁽³⁾ สำหรับห้องเอกซเรย์วินิจฉัยทั่วไปและห้องเอกซเรย์ฟันตามลำดับ ร่วมกับโปรแกรม XRAYBARR^(4,5) สำหรับคำนวณหาความหนาของตะกั่ว คอนกรีต ยิปซัม เหล็ก กระจก และไม้ สำหรับหลอดเอกซเรย์ที่มีเป้าแอโนดเป็นทั้งสแตนหรือโมลิบดีนัม และใช้ค่ากิโลโวลต์ระหว่าง 25 - 150 kVp สำหรับระบบไฟฟ้าแบบ 3 เฟส หรือแบบความถี่สูงในการคำนวณนั้นได้กำหนดให้ค่าขีดจำกัดปริมาณรังสี (dose limit) เท่ากับ 5 และ 1 mGy ต่อปีสำหรับผู้ที่ย้ายอยู่ในบริเวณควบคุมและบริเวณไม่ควบคุมตามลำดับ

ในกรณีของการถ่ายภาพรังสีวินิจฉัยทั่วไปได้เลือกชนิดของการกระจายค่าภาระงาน (Workload distribution)⁽⁶⁾ เป็นแบบ Rad Room (all barriers) สำหรับการคำนวณผนังทึบวิทยุจากการถ่ายภาพรังสีรวมทั้งหมด โดยคำนวณจากผู้ป่วยจำนวน

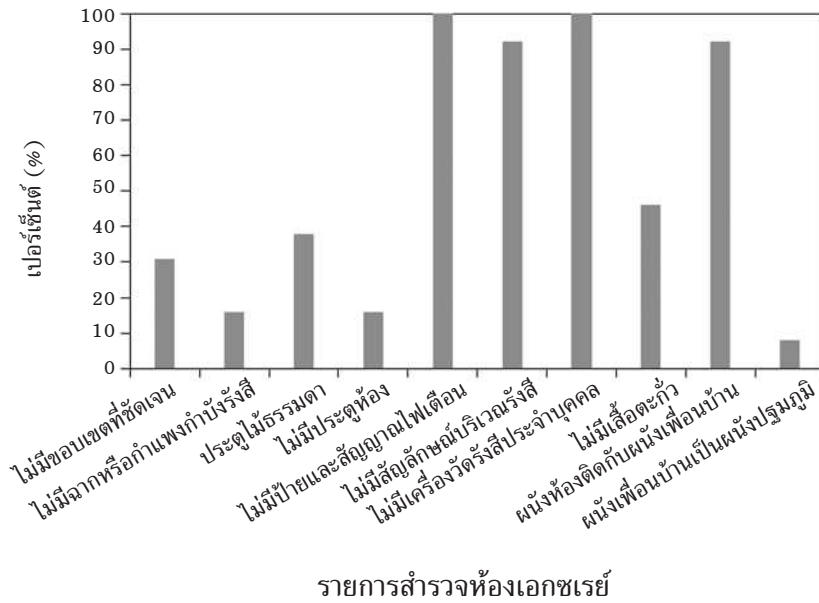
120 รายต่อสัปดาห์ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 294.3 mA min/wk เลือกชนิดของการกระจายค่าภาระงานเป็นแบบ Rad Room (floor or other barriers) สำหรับการคำนวณผนังปฐมภูมิจากการถ่ายภาพรังสีในท่านอนบนเตียงและท่าข้ามเตียง (cross-table wall) ทั้งหมด โดยคำนวณจากผู้ป่วยจำนวน 60 รายต่อสัปดาห์ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 111.1 mA min/wk และเลือกชนิดของการกระจายค่าภาระงานเป็นแบบ Rad Room (chest bucky) สำหรับการคำนวณผนังปฐมภูมิจากการถ่ายภาพรังสีทรวงอก โดยคำนวณจากผู้ป่วยจำนวน 60 รายต่อสัปดาห์ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 36.1 mA min/wk โดยค่าปัจจัยการได้รับรังสีปฐมภูมิ (U) จะเท่ากับ 0.89, 0.09, 0.02 สำหรับ ผนัง ผนังด้านท่าข้ามเตียง (cross-table) และผนังด้านถ่ายภาพทรวงอกทำยื่น ตามลำดับ ส่วนค่าปัจจัยการอาศัยอยู่ (T) เท่ากับ 1 ซึ่งจะเป็นการป้องกันรังสีในระดับสูงสุด กำหนดให้ขนาดของลำรังสีเท่ากับ 1535 ตารางเซนติเมตร (ขนาดฟิล์ม 14×17 ตารางนิ้ว) และเทคนิคการคำนวณปริมาณรังสีรั่วเท่ากับ $150 \text{ kV } 3 \text{ mA}$

ในกรณีของการถ่ายภาพรังสีฟัน จะพิจารณาจากเครื่องเอกซเรย์ฟันที่ใช้ระบบไฟฟ้าแบบ 1 เฟสที่ค่ากิโลโวลต์ $70 \text{ kVp } 7 \text{ mA}$ โดยได้ประมาณการจำนวนผู้ป่วยเท่ากับ 50 รายต่อสัปดาห์ (ขนาดปานกลาง) ค่าภาระงานเท่ากับ 17.5 mA min/wk เทคนิคการคำนวณปริมาณรังสีรั่วเท่ากับ $70 \text{ kV } 0.5 \text{ mA}$ (เกณฑ์ของปริมาณรังสีรั่วไม่เกิน 0.25 mGy/hr โดยค่าปัจจัยการได้รับรังสีปฐมภูมิ (U) เท่ากับ 0.4, 0.2 สำหรับผนังด้านข้างและด้านหลังผู้ป่วยตามลำดับ ส่วนค่าปัจจัยการอาศัยอยู่ (T) เท่ากับ 1 และค่าสัมประสิทธิ์การทะลุผ่านรังสีปฐมภูมิจากช่องปากและฟันของผู้ป่วยเท่ากับ 0.07 โดยที่ขนาดพื้นที่ลำรังสีประมาณ 46 ตารางเซนติเมตร

ผล

การสำรวจ

จากการสำรวจและเก็บรวบรวมข้อมูลห้องเอกซเรย์จำนวน 13 แห่ง พบว่าขนาดของห้องเอกซเรย์พื้นส่วนใหญ่จะมีขนาดเล็กโดยมีขนาดพื้นที่ประมาณ 2.2×2.2 ตารางเมตร ส่วนขนาดของห้องเอกซเรย์วินิจฉัยทั่วไปจะมีหลายขนาดโดยมีพื้นที่อยู่ในช่วงระหว่าง 1.8×3.6 ตารางเมตร ถึง 4×4 ตารางเมตร พบว่าสถานพยาบาลที่มีลักษณะขอบเขตของห้องที่ชัดเจนมีจำนวน 9 แห่ง (69%) และไม่มีขอบเขตที่ชัดเจนมีจำนวน 4 แห่ง (31%) ในกรณีที่ไม่มีขอบเขตชัดเจนนี้ประกอบด้วยกลุ่มที่ใช้เครื่องเอกซเรย์วินิจฉัยทั่วไปจำนวน 1 แห่ง และกลุ่มที่ใช้เครื่องเอกซเรย์ฟันจำนวน 3 แห่ง พบว่าคลินิกที่มีฉากหรือกำแพงกั้นรังสีนั้นมีจำนวน 11 แห่ง (84%) โดยที่เป็นกำแพงกั้นรังสีนั้นมีเพียง 1 แห่ง และไม่มีฉากหรือกำแพงกั้นรังสีมีจำนวน 2 แห่ง (16%) ซึ่งเป็นกลุ่มของเครื่องเอกซเรย์ฟัน พบว่าชนิดของวัสดุที่ใช้ทำผนังห้องประกอบไปด้วยคอนกรีต ไม้บุตะกั่ว ไม้อัด และแผ่นกระຈ โดยที่คอนกรีตนั้นมีความหนาอยู่ในช่วงระหว่าง 9 - 17 เซนติเมตร พบว่าคลินิกที่มีประตูตะกั่วมีจำนวน 6 แห่ง (46%) ประตูไม้ธรรมชาติ 5 แห่ง (38%) และไม่มีประตู 2 แห่ง (16%) พบว่าไม่มีสัญญาณไฟเตือนขณะถ่ายภาพรังสีจำนวนทั้งหมด 13 แห่ง (100%) ไม่มีป้ายคำเตือนและสัญลักษณ์บริเวณรังสี 12 แห่ง (92%) ไม่มีเครื่องวัดรังสีประจำบุคคล 13 แห่ง (100%) พบว่าคลินิกที่มีเสื้อตะกั่วไว้ใช้งานมีจำนวน 7 แห่ง (54%) และไม่มีเสื้อตะกั่ว 6 แห่ง (46%) และพบว่าคลินิกที่มีผนังห้องเอกซเรย์อยู่ติดกันกับผนังบ้านของเพื่อนบ้านมีจำนวน 12 แห่ง (92%) โดยที่เป็นผนังปฐมภูมิด้วยจำนวน 1 แห่ง และคลินิกที่ไม่มีผนังติดกันกับเพื่อนบ้าน (เป็นอาคารเดี่ยว) นั้นมี 1 แห่ง (8%) ดังแสดงในภาพที่ 3



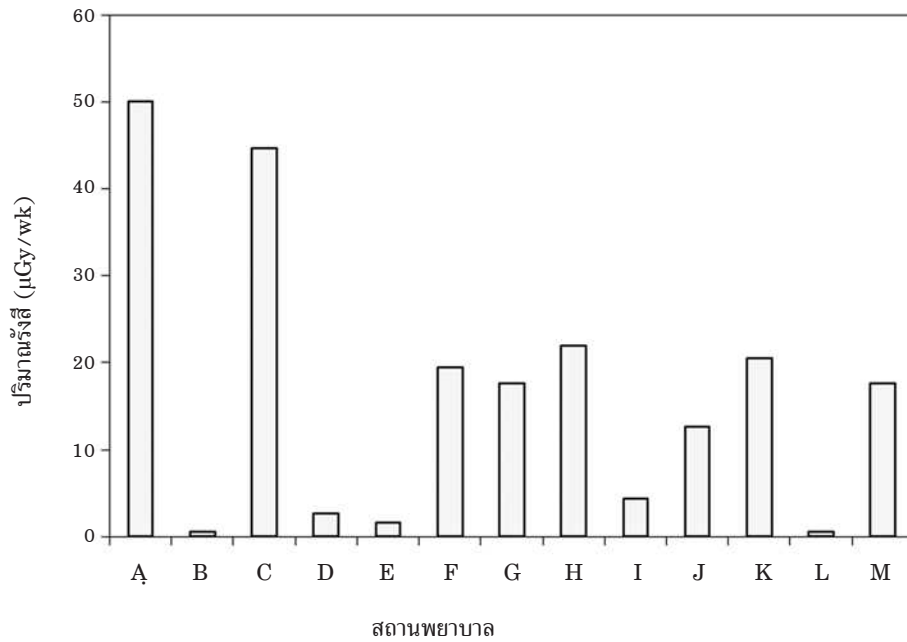
ภาพที่ 3 รายการสำรวจองค์ประกอบของห้องเอกซเรย์ จำแนกตามรายการที่ยังไม่มี และที่พบว่าป้องกันรังสีได้ไม่เพียงพอ และอาจมีความเสี่ยงจากการได้รับรังสีของเพื่อนบ้าน

ผลการตรวจวัดปริมาณรังสีและประเมินค่าปริมาณรังสีที่บุคคลได้รับต่อสัปดาห์สำหรับในแต่ละกลุ่มบุคคลสรุปได้ดังนี้ สำหรับกลุ่มเจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงานด้านรังสี ผลปรากฏว่าไม่มีคลินิกรายใดที่มีค่าปริมาณรังสีต่อสัปดาห์เกินขีดจำกัด ($100 \mu\text{Gy}/\text{wk}$) โดยมีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง $0.5 - 50.1 \mu\text{Gy}/\text{wk}$ และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ $16.5 \mu\text{Gy}/\text{wk}$ และพบว่าคลินิกที่มีค่าปริมาณรังสีเกิน $20 \mu\text{Gy}/\text{wk}$ นั้นมีจำนวน 4 แห่ง (31%) ดังแสดงในภาพที่ 4 สำหรับกลุ่มบุคคลทั่วไปที่อยู่ในอาคารเดียวกันกับห้องเอกซเรย์ ผลปรากฏว่ามีคลินิกจำนวน 10 แห่ง (77%) ที่มีค่าปริมาณรังสีต่อสัปดาห์เกินขีดจำกัด

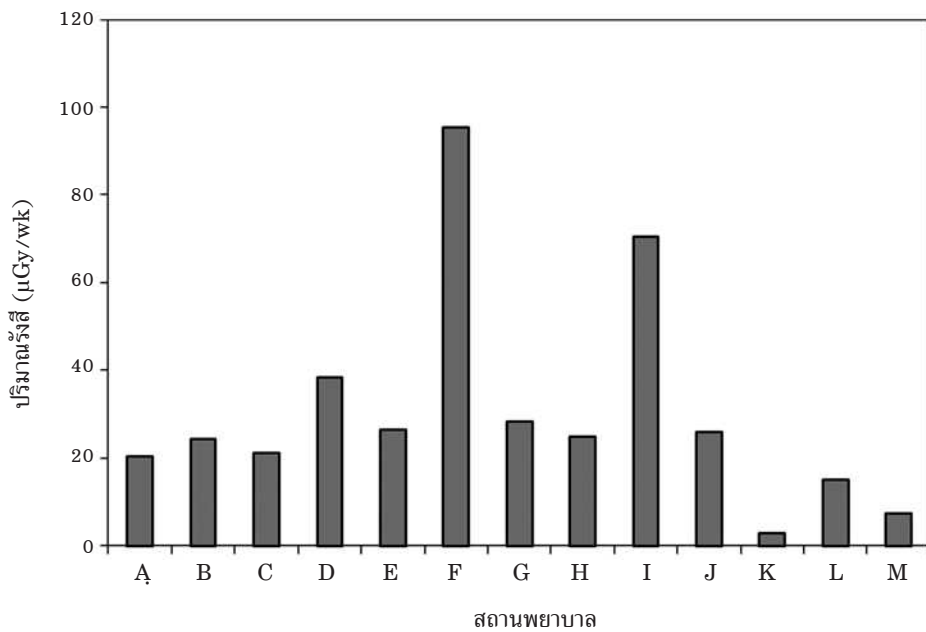
($20 \mu\text{Gy}/\text{wk}$) โดยมีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง $2.9 - 95.4 \mu\text{Gy}/\text{wk}$ และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ $30.3 \mu\text{Gy}/\text{wk}$ (ภาพที่ 5) และสำหรับกลุ่มบุคคลทั่วไปที่เป็นเพื่อนบ้าน ผลปรากฏว่าไม่มีคลินิกรายใดที่มีค่าปริมาณรังสีต่อสัปดาห์เกินขีดจำกัด ($20 \mu\text{Gy}/\text{wk}$) โดยมีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง $0.2 - 3.1 \mu\text{Gy}/\text{wk}$ และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ $0.8 \mu\text{Gy}/\text{wk}$ (ภาพที่ 6)

การคำนวณความหนาของผนังห้องเอกซเรย์

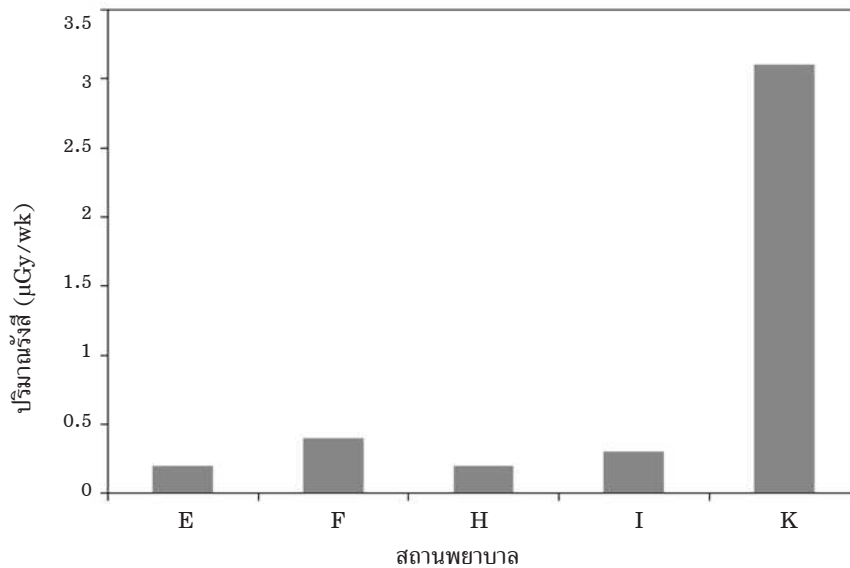
ผลการคำนวณขนาดความหนาของผนังห้องเอกซเรย์วินิจฉัยทั่วไปขนาดพื้นที่ 3×3 ตารางเมตร และห้องเอกซเรย์ฟันขนาดพื้นที่ 2×2 ตารางเมตร (ตารางที่ 1 และ 2) ตามลำดับ



ภาพที่ 4 ปริมาณรังสีที่บุคคลได้รับต่อสัปดาห์สำหรับกลุ่มเจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงานด้านรังสี



ภาพที่ 5 ปริมาณรังสีที่บุคคลได้รับต่อสัปดาห์สำหรับกลุ่มบุคคลทั่วไปที่อยู่ในอาคารเดียวกัน



ภาพที่ 6 ปริมาณรังสีที่บุคคลได้รับต่อสัปดาห์สำหรับกลุ่มบุคคลทั่วไปที่เป็นเพื่อนบ้าน

ตารางที่ 1 ความหนาของวัสดุต่างๆ สำหรับแต่ละด้านของห้องเอกซเรย์วินิจฉัยทั่วไปขนาดพื้นที่ 3×3 ตารางเมตร

ตำแหน่ง	ประเภท ผนัง	ปัจจัยการ ได้รับรังสี (U)	ระยะทาง d (ม.)	ตะกั่ว (มม.)	คอนกรีต (มม.)	เหล็ก (มม.)	ยิปซัม (มม.)
A. ด้านประตูห้อง	S*	0	1.8	0.72	59.6	5.7	189.0
B1. ด้านเอกซเรย์ทรวงอกทำยื่น ไม่รวมกริดและคาสเซต	P ⁺ , S	1	2.2	1.76	137.0	17.2	429.0
B2. ด้านเอกซเรย์ทรวงอกทำยื่น รวมกริดและคาสเซต	P, S	1	2.2	1.52	114.0	15.4	357.0
C1. ด้านทำข้ามเตียง	P, S	0.09	2	0.94	75.6	6.8	238.0
C2. ด้านทำข้ามเตียง	P, S	0.02	2	0.68	56.6	4.8	181.0
D. ห้องควบคุมเครื่อง	S	0	0.9	0.76	62.1	6.1	197.0
E. ด้านหลังห้อง	S	0	1.8	0.72	59.6	5.7	189.0

*S คือผนังทึบรังสี +P คือผนังปรุรังสี

จากตารางที่ 1 โดยที่ P คือผนังปรุหมุม S คือผนังทึบหมุม U คือปัจจัยการได้รับรังสีปรุหมุม และ d คือระยะจากหลอดเอกซเรย์หรือแหล่งกระเจิงรังสีถึงตำแหน่งที่ต้องการป้องกันรังสีซึ่งจะกำหนดให้ห่างจากผนัง 30 เซนติเมตร ในที่นี้จะขึ้นอยู่กับตำแหน่ง A B C D และ E ซึ่งจะมีค่าตั้งแต่ 0.9 – 2.2 เมตร ส่วนหน่วยของความหนาของวัสดุจะเป็นมิลลิเมตร เช่น ในด้าน A (ประตูห้อง) ตะกั่วจะหนา 0.72 มิลลิเมตร ซึ่งหนาน้อยกว่าคอนกรีตอยู่ประมาณ 83 เท่า สำหรับในด้านอื่นๆ นั้นความหนาของตะกั่วจะแตกต่างกันไปตั้งแต่ 0.05 – 1.76 มิลลิเมตร โดยด้านที่เป็นผนังปรุหมุมจะหนากว่าด้านที่เป็นผนังทึบหมุม ผนังด้าน B และ C จะเป็นได้ทั้งแบบปรุหมุมและทึบหมุม ซึ่งจะเลือกเอาผลการ

คำนวณของด้านที่ให้ค่าความหนามากกว่ามารายงาน นอกจากนี้แล้วในด้าน B1 และ B2 นั้นจะคำนวณแยกเป็นกรณีรวมและกรณีที่ไม่รวมกริดและคาสเซทตามลำดับ ซึ่งอาจจะเกิดขึ้นได้จริงในทางปฏิบัติ เช่น กรณีใช้ chest stand รุนเกล้า การคำนวณโดยรวมกริดและคาสเซทจะช่วยลดความหนาของผนังปรุหมุมลงได้ 13.6%, 16.8%, 10.5% และ 16.8% สำหรับ ตะกั่ว คอนกรีต เหล็ก และยิปซัม ตามลำดับหรือลดลงประมาณ 1.2 เท่า ส่วนในด้าน C1 และ C2 สำหรับท่าข้ามเตียง (cross-table lateral view) นั้นบางแห่งอาจจะมีค่าการใช้งานแตกต่างกัน ซึ่งในที่นี้ผลการคำนวณเมื่อให้ U เท่ากับ 0.02 จะให้ค่าความหนาน้อยกว่าเมื่อให้ U เท่ากับ 0.09 อยู่ประมาณ 28%

ตารางที่ 2 ความหนาของวัสดุต่างๆ สำหรับแต่ละด้านของห้องเอกซเรย์พื้นขนาดพื้นที่ 2×2 ตารางเมตร

ตำแหน่ง	ประเภทผนัง	ปัจจัยการได้รับรังสี (U)	ระยะทาง d (ม.)	ตะกั่ว (มม.)	คอนกรีต (มม.)	เหล็ก (มม.)	ยิปซัม (มม.)
A. ด้านหน้าผู้ป่วย / ประตูห้อง	S*	0	1	0.28	23.3	1.52	53.8
B. ด้านข้างผู้ป่วย	P ⁺ , S	0.4	1	0.36	30.0	1.97	81.9
C. ด้านข้างผู้ป่วย	P, S	0.4	1	0.36	30.0	1.97	81.9
D. ด้านหลังผู้ป่วย	P, S	0.2	1	0.44	36.7	2.41	84.0

* S คือผนังทึบหมุม ⁺P คือผนังปรุหมุม

จากตารางที่ 2 เพื่อความสะดวกในการคำนวณสำหรับห้องเอกซเรย์พื้นขนาดพื้นที่ 2×2 ตารางเมตร นั้นจะสมมติให้ผู้ป่วยนั่งอยู่ตรงกลางห้องพอดี จึงได้กำหนดให้ระยะ d เท่ากันหมดทุกด้านคือ 1 เมตร ในการคำนวณจะกำหนดให้ค่า U เท่ากับ 0.4 สำหรับผนังด้านข้าง เพราะโดยส่วนมากแล้วการถ่ายภาพรังสีฟันกรามจะมีความถี่มากกว่า

การถ่ายภาพรังสีฟันตัดและฟันเขี้ยว ผนังห้องเกือบทุกด้านจะเป็นได้ทั้งผนังปรุหมุมและทึบหมุม ยกเว้นเฉพาะตรงด้านหน้าผู้ป่วย โดยเลือกเอาผลการคำนวณของด้านที่ให้ค่าความหนามากกว่ามารายงาน และพบว่าผนังด้านหลังผู้ป่วยนั้นจะมีความหนามากกว่าด้านอื่นๆ ประมาณ 1.2 – 1.6 เท่า ส่วนผนังด้านข้างทั้งสองนั้นจะมีความหนาเท่ากัน

วิจารณ์

จากผลการสำรวจและเก็บรวบรวมข้อมูล ห้องเอกซเรย์จำนวน 13 แห่ง สามารถจำแนกองค์ประกอบของห้องเอกซเรย์ออกเป็น 4 ส่วนดังนี้คือ ส่วนที่หนึ่งเกี่ยวข้องกับตัวห้องเอกซเรย์ประกอบด้วย ผนัง กำแพงก้ำบังรังสีและประตู ส่วนที่สองเกี่ยวกับอุปกรณ์ป้องกันรังสีประกอบด้วย ฉากก้ำบังรังสีและเสื้อตะกั่ว ส่วนที่สามเกี่ยวข้องกับการเตือนภัยทางรังสีประกอบด้วย สัญญาณไฟและสัญลักษณ์เตือนภัยรังสี และส่วนที่สี่เกี่ยวกับการกำหนดขอบเขตบริเวณรังสี (กรณีที่ไม่ใช่ห้องเอกซเรย์ชัดเจน) ประกอบด้วยข้อความ สัญลักษณ์และเส้นแสดงขอบเขตบริเวณรังสี ซึ่งปัญหาที่พบในส่วนที่หนึ่งคือการไม่มีประตูห้อง ผนังห้องเป็นไม้ธรรมชาติหรือไม้อัดและบาง ผนังห้องแต่ละด้านไม่ชิดติดกันแล้วเกิดช่องว่างระหว่างผนัง และผนังติดกับเพดานบ้านและเป็นผนังปรุลมภูมิด้วย ซึ่งถือว่าเป็นปัญหาสำคัญที่ควรปรับปรุงแก้ไขเร่งด่วน ส่วนรายการหรือสิ่งของที่ยังไม่มีที่พบมากที่สุดคือ ไม่มีสัญญาณไฟและสัญลักษณ์เตือนภัยรังสี ไม่มีเสื้อตะกั่ว ไม่มีการกำหนดขอบเขตห้อง และไม่มีฉากก้ำบังรังสี ตามลำดับ ดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องมีการณรงค์และให้ความรู้เรื่องมาตรฐานห้องเอกซเรย์และการป้องกันอันตรายจากรังสีให้กับสถานพยาบาลขนาดเล็กหรือคลินิกเหล่านี้ นอกจากนี้การที่ห้องเอกซเรย์ส่วนใหญ่ใช้ฉากก้ำบังรังสีแทนกำแพงก้ำบังรังสีและมีเพียงฉากเดียว (เพราะข้อจำกัดของขนาดห้องที่เล็ก) และในบางแห่งนั้นไม่มีฉากก้ำบังรังสีเจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงานจึงมีความเสี่ยงสูงที่จะได้รับอันตรายหรือการบาดเจ็บทางรังสีแม้จะมีการสวมใส่เสื้อตะกั่วแล้วก็ตาม

จากภาพที่ 4 กรณีของเจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงานด้านรังสี พบว่ามีคลินิกสองแห่งที่มีค่าปริมาณรังสีต่อสัปดาห์สูงเกินกว่า $45 \mu\text{Gy}/\text{wk}$ ซึ่ง

ส่วนใหญ่เกิดขึ้นกับห้องเอกซเรย์ที่มีขนาดเล็ก เนื่องจากจะมีความเข้มรังสีกระเจิงที่สูงกว่าปกติ และใช้ฉากที่มีขนาดเล็กเกินไป (กว้าง 80 เซนติเมตร สูง 180 เซนติเมตร) เพราะไม่สามารถป้องกันรังสีกระเจิงที่มาจากด้านข้างและด้านบนได้เพียงพอโดยเฉพาะด้านข้างลำตัว ศีรษะ และส่วนมือและแขนที่ต้องยื่นออกไปกดสวิตช์ถ่ายภาพรังสีข้างนอกฉาก ซึ่งส่วนใหญ่ไม่มีการสวมใส่เสื้อตะกั่วขณะทำงาน ดังนั้นโอกาสที่จะได้รับปริมาณรังสีต่อสัปดาห์เกินค่าขีดจำกัดนั้นย่อมมีสูงกว่าปกติ สำหรับแนวทางแก้ไขคือต้องมีฉากก้ำบังรังสีบุตะกั่วหนาอย่างน้อย 1 มิลลิเมตร ที่มีขนาดกว้าง 90 เซนติเมตร และสูง 210 เซนติเมตร เป็นอย่างน้อย⁽²⁾ และจากนั้นจะต้องมีกระจกช่องมองที่หนาเทียบเท่ากับตะกั่ว 1 มิลลิเมตร ขนาดไม่น้อยกว่า 30×30 ตารางเซนติเมตร⁽⁷⁾ จากภาพที่ 5 กรณีของกลุ่มบุคคลทั่วไปที่อยู่ในอาคารเดียวกันกับห้องเอกซเรย์ที่ได้รับค่าปริมาณรังสีต่อสัปดาห์เกินกว่าขีดจำกัดจำนวน 10 แห่งนั้น สามารถจำแนกสาเหตุได้ดังนี้คือ ผนังมีช่องว่างหรือทำด้วยไม้อัด (30%) ประตูทำด้วยไม้ (30%) ขอบประตูทำด้วยไม้ (20%) และไม่มีขอบเขตรังสีหรือไม่มีประตู (20%) และจากภาพที่ 6 กรณีของกลุ่มบุคคลทั่วไปที่เป็นเพื่อนบ้านนั้น แม้จากผลการตรวจวัดไม่พบว่ามีคลินิกแห่งใดที่มีค่าปริมาณรังสีต่อสัปดาห์สูงเกินกว่า $20 \mu\text{Gy}/\text{wk}$ ก็ตาม แต่ก็ไม่ได้หมายความว่าทุกคลินิกที่มีห้องเอกซเรย์ที่มีผนังติดกับเพื่อนบ้านจะปลอดภัยเสมอไป ถ้าเงื่อนไขการถ่ายภาพรังสีนั้นแตกต่างไปจากที่ระบุไว้ในงานวิจัยนี้ และในกรณีที่ผนังที่ติดกันกับเพื่อนบ้านนั้นเป็นผนังปรุลมภูมิถ้าหากความหนาไม่เพียงพอ มีความถี่ในการใช้งานมาก และเพื่อนบ้านอาศัยอยู่เป็นประจำที่บริเวณผนังนั้น โอกาสที่เพื่อนบ้านนั้นจะได้รับรังสีเกินขีดจำกัดก็จะเพิ่มมากขึ้น ดังนั้นเพื่อเป็นการป้องกันไว้ก่อนจึงควรเสริมผนังด้านนั้นด้วยแผ่นตะกั่วหนา

ประมาณ 1 มิลลิเมตร ให้ครอบคลุมขนาดของลำรังสี และแนะนำให้เพื่อนบ้านจำกัดเวลาการอาศัยอยู่ในบริเวณนั้นให้น้อยที่สุดหรืออยู่ให้ห่างไกลจากผนังนั้นให้มากที่สุด

จากตารางที่ 1 กรณีที่ความหนาของแผ่นตะกั่วหรือเหล็กที่มีจำหน่ายตามท้องตลาดไม่ตรงกันกับที่คำนวณไว้ให้เลือกเอาที่ความหนาใกล้เคียงกันแต่หนามากกว่า⁽²⁾ ความหนาของผนังแต่ละด้านอาจจะลดลงได้อีก ถ้าค่าปัจจัยการอาศัยอยู่ (T) ลดลงเป็น 0.5, 0.25 และ 0.05 เป็นต้น และสำหรับกรณีที่มีการถ่ายภาพรังสีทรวงอก (PA chest) เป็นส่วนใหญ่แล้ว ความหนาของผนังทั้งหมดอาจจะเปลี่ยนแปลงโดยเฉพาะความหนาของกำแพงกำบังรังสีที่ทำด้วยคอนกรีตอาจจะลดน้อยลงไปได้อีกประมาณ 13 เท่า (92.4%) ดังนั้นเพื่อความแม่นยำควรจะมีการออกแบบและคำนวณความหนาของห้องเอกซเรย์ใหม่ทุกครั้งที่มีการเปลี่ยนแปลงเงื่อนไขรวมถึงเมื่อจำนวนผู้ป่วยหรือค่าภาระงานไม่ตรงกันกับที่คำนวณไว้ในงานวิจัยนี้⁽⁶⁾ เมื่อเปรียบเทียบวัสดุที่จะเลือกใช้ระหว่างตะกั่วกับเหล็กหรือระหว่างคอนกรีตกับยิปซัม ควรจะพิจารณาเรื่องของราคา ความกะทัดรัด และการรับน้ำหนักของโครงสร้าง ซึ่งโดยทั่วไปแล้วจะเลือกใช้ตะกั่วกับคอนกรีตแทนเหล็กและยิปซัมตามลำดับ จากตารางที่ 2 สาเหตุที่ผนังด้านหลังของผู้ป่วยนั้นมีความหนามากกว่าด้านอื่นๆ เป็นเพราะผนังด้านนี้มีโอกาสได้รับรังสีกระเจิงจากการถ่ายภาพรังสีฟันกรามทั้งสองข้างมากกว่าด้านอื่นๆ⁽³⁾ และจากตารางที่ 2 จะเห็นว่าความหนาของวัสดุยิปซัมมากที่สุดคือ 84.0 มิลลิเมตร กรณีเช่นนี้อาจจะตัดสินใจเลือกเอายิปซัมแทนตะกั่วหรือคอนกรีตได้ เพราะราคาไม่แพงและการก่อสร้างก็ง่ายกว่า โดยที่แผ่นยิปซัมสำเร็จรูปที่มีความหนาประมาณ 12 มิลลิเมตร จำนวน 7 แผ่นก็เพียงพอต่อการป้องกันรังสีได้แล้ว

สรุป

จากการสำรวจสถานพยาบาลประเภทไม่รับผู้ป่วยไว้ค้างคืนหรือคลินิก พบว่าเกือบทุกแห่งนั้นไม่ได้คำนวณแบบแปลนห้องเอกซเรย์ก่อนดำเนินการก่อสร้าง ส่งผลให้ห้องเอกซเรย์นั้นไม่ได้มาตรฐาน กล่าวคือไม่สามารถป้องกันรังสีรั่วออกมาจากห้องเอกซเรย์ได้ ส่งผลให้บุคคลทั่วไปที่ปฏิบัติงานหรืออาศัยอยู่ใกล้ห้องเอกซเรย์นั้นมีโอกาสได้รับปริมาณรังสีมากเกินไปเกินที่มาตรฐานของ ICRP 103 โดยพบว่ามีจำนวนสถานพยาบาลประเภทไม่รับผู้ป่วยไว้ค้างคืนมากถึง 10 แห่ง หรือ 77% ที่เกินเกณฑ์ดังกล่าว ซึ่งควรจะมีมาตรการในการปรับปรุงแก้ไขต่อไป เช่น การสร้างประตูตะกั่ว การเพิ่มความหนาของผนังห้องและใช้วัสดุที่ดูดกลืนรังสีได้ดี พร้อมกับการกระตุ้นเตือนให้เกิดความตระหนักถึงอันตรายจากรังสีและได้ปฏิบัติตามข้อกำหนดมาตรฐานห้องเอกซเรย์ต่อไป นอกจากนี้ในงานวิจัยนี้ยังได้คำนวณความหนาของผนังห้องเอกซเรย์วินิจฉัยทั่วไปขนาด 3 × 3 ตารางเมตร ตามวิธีการของ NCRP 147 ซึ่งความหนาของผนังห้องแต่ละด้านจะอยู่ในช่วงระหว่าง 0.8 – 1.8 มิลลิเมตร สำหรับตะกั่ว และ 57 – 137 มิลลิเมตร สำหรับคอนกรีต และความหนาของผนังห้องเอกซเรย์ฟันขนาด 2 × 2 ตารางเมตร ตามวิธีการของ NCRP 145 ซึ่งความหนาของผนังห้องแต่ละด้านจะอยู่ในช่วงระหว่าง 0.3 – 0.5 มิลลิเมตร สำหรับตะกั่ว และ 24 – 37 มิลลิเมตร สำหรับคอนกรีต โดยที่หลังจากสร้างห้องเอกซเรย์เสร็จเรียบร้อยแล้วจะต้องมีการตรวจสอบความปลอดภัยอีกครั้งเพื่อเป็นหลักประกันว่าห้องเอกซเรย์นั้นจะสามารถป้องกันรังสีได้อย่างเพียงพอ

เอกสารอ้างอิง

1. The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 103. Ann. ICRP 37 (2-4).
 2. NCRP Report No. 147. Structural shielding design for medical X-ray imaging facilities. Bethesda, MD: National Council on Radiation Protection and Measurements; 2004.
 3. NCRP Report No. 145. Radiation protection in dentistry. Bethesda, MD: National Council on Radiation Protection and Measurements; 2003.
 4. Simpkin DJ. Diagnostic X-ray shielding calculations for effective dose equivalent (abstract). Med Phys 1994; 21: 893.
 5. Simpkin DJ. XRAYBARR, Documentation. Mukwonago, Wisconsin 53149; 1996.
 6. Pesianian I, Mesbahi A, Shafaei A. Shielding evaluation of a typical radiography department: a comparison between NCRP reports No.49 and 147. Iran J Radiat Res 2009; 6 (4): 183-188.
 7. Radiation shielding requirements for diagnostic x-ray facilities. Western Australia: Radiation Health Branch; 2004.
-

Radiation Shielding Evaluation of the X-ray Room in Small Private Clinics

Khatayut Nigapruek

*Regional of Medical Sciences Center, 8 (Udon Thani) Department of Medical Sciences, Amphoe Muang,
Udon Thani 41000, Thailand*

ABSTRACT The purpose of this study was to explore and evaluate the safety of the X-ray room from scattered and leakage radiation doses arising from diagnostic and dental radiography for 13 small private clinics that have not passed safety testing. The digital survey meter was used for measurement of the radiation dose at different locations both inside and outside the X-ray rooms as well as the adjacent neighbors. The results showed that occupational dose, public dose for person who lives in the same building, and public dose for person who lives in the adjacent building or neighbor were 0.5 - 50.1 $\mu\text{Gy}/\text{wk}$, 2.9 - 95.4 $\mu\text{Gy}/\text{wk}$, and 0.2 - 3.1 $\mu\text{Gy}/\text{wk}$, respectively. It was found that members of the public group who live in the same building from 10 small private clinics (77%) received the radiation dose exceed 20 $\mu\text{Gy}/\text{wk}$, which is the dose limit recommended by the International Commission on Radiological Protection (ICRP) report No. 103. In addition, the calculation of barrier or wall thickness was made according to the recommendation of the National Council on Radiation Protection and Measurements (NCRP) report no.145 and no. 147, and should be served as a guideline of the x-ray room for small private clinics in future.

Keywords : x-ray room, dose limit