นิพนธ์ต้นฉบับ
ปริมาณรังสีที่แผ่ออกมาจากการตรวจกระดูกทั่วตัว

ภัสสุรีย์ ชีพสุมนต์, Ph.D.
คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก 65000

Abstract: Radiation Dose Obtained from Whole Body Bone Scans

Patsuree Cheebsumon, Ph.D
Faculty of Allied Health Sciences, Naresuan University, Phisanulok 65000
(E-mail: patsureec@nu.ac.th)
(Received: September 3, 2019; Revised: March 11, 2020; Accepted: June 18, 2020)

Background: Radiation dose obtained from bone scan examination in nuclear medicine is able to know for reducing radiation anxiety. **Objective:** The aim of this study was to measure the radiation exposure from bone scan examinations in different time after injection and distance. **Method:** Twenty-four bone scans at 2-inches under umbilicus were measured at 0.25, 0.5, 1, and 1.5 metres, and also time after immediately injection, 30, 60, 90, 120 and 222 minutes, respectively. **Results:** Radiation exposure significantly reduced when time after injection and distance were increased ($p<0.05$). In this condition, maximum radiation dose of person who worked outside nuclear medicine was 300 μSv for 180 minutes at a distance of 0.25 metre. **Conclusion:** Radiation dose obtained from bone scan examinations decreased when distance and time after injection increased. In case of additional diagnostic tools, one hour after injection was recommended. To ensure radiation safety should spend time less at optimal distance.

Keywords: Radiation exposure, Whole body bone scan

บทคัดย่อ

ภูมิหลัง: ค่าปริมาณรังสีที่แผ่ออกมาจากผู้มารับบริการตรวจกระดูกทั่วตัวในงานเวชศาสตร์นิวเคลียร์เป็นสิ่งที่ควรทราบเพื่อช่วยลดความวิตกกังวล **วัตถุประสงค์:** เพื่อวัดปริมาณรังสีที่แผ่ออกจากผู้มารับบริการตรวจกระดูกทั่วตัวในระยะห่างและระยะเวลาที่แตกต่างกัน **วิธีการ:** ทำการวัดปริมาณรังสีในผู้มารับบริการจำนวน 24 ราย ที่ระดับใต้ต่อสะดือ 2 นิ้ว ในระยะห่าง 0.25, 0.5, 1 และ 1.5 เมตร ตามลำดับ และระยะเวลาทันทีหลังที่ได้รับสารเภสัชรังสี, 30, 60, 90, 120 และ 222 นาที ตามลำดับ **ผล:** ค่าปริมาณรังสีที่แผ่ออกจากผู้มารับบริการลดลง เมื่อเพิ่มระยะห่างและระยะเวลาหลังจากที่ได้รับสารเภสัชรังสีอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ในสภาวะเงื่อนไขที่กำหนด บุคลากรที่ทำงานในหน่วยงานอื่นนอกเหนือจากหน่วยงานเวชศาสตร์นิวเคลียร์ ที่ปฏิบัติงานกับผู้มารับบริการตรวจกระดูกทั่วตัวหลังได้รับสารเภสัชรังสีทันที ที่ระยะห่าง 0.25 เมตร โดยใช้ระยะเวลาเท่ากับ 180 นาที จะได้รับปริมาณรังสีมากที่สุดเท่ากับ 300 ไมโครซีเวิร์ต **สรุป:** ปริมาณรังสีที่แผ่ออกจากผู้มารับบริการตรวจกระดูกทั่วตัวจะลดลงตามระยะห่างและระยะเวลาที่เพิ่มขึ้น นอกจากนี้ เมื่อต้องการได้รับการตรวจวินิจฉัยอื่นเพิ่มเติม ควรรอให้ระยะเวลาผ่านไปประมาณ 1 ชั่วโมงหลังจากได้รับสารเภสัชรังสี ทั้งนี้ การปฏิบัติงานกับผู้มารับบริการตรวจกระดูกทั่วตัวควรใช้ระยะเวลาที่สั้น ที่มีระยะห่างที่เหมาะสมเพื่อความปลอดภัยทางรังสี

คำสำคัญ: ปริมาณรังสีที่แผ่ออกมา การตรวจกระดูกทั่วตัว เวชศาสตร์นิวเคลียร์

บทนำ

เวชศาสตร์นิวเคลียร์ เป็นหน่วยงานทางการแพทย์ที่ใช้สารกัมมันตรังสี หรือสารเภสัชรังสีเพื่อวิเคราะห์การทำงานที่ผิดปกติของอวัยวะต่างๆ ในร่างกาย ได้แก่ การใช้สารเภสัชรังสีชนิด 99mTc-methylene diphosphonate (MDP) เพื่อวินิจฉัยความผิดปกติของกระดูกทั่วตัวจากการแพร่กระจายของมะเร็งไปที่กระดูก เป็นต้น โดยผู้มารับบริการตรวจกระดูกทั่วตัว (bone scan) จะได้รับการฉีดสารเภสัชรังสีเข้าทางหลอดเลือดดำ จากนั้นสารเภสัชรังสีดังกล่าวจะไปยังเป้าหมายที่จำเพาะเจาะจง ซึ่งความผิดปกติของกระดูกที่มีพยาธิสภาพจะจับสารเภสัชรังสีมากหรือน้อยกว่าปกติ ทำให้สามารถวินิจฉัยในภาพถ่ายรังสีหลังจากที่ได้รับสารเภสัชรังสีประมาณ 2-3 ชั่วโมง แม้ว่าค่าความแรงรังสีที่ให้กับผู้มารับบริการตรวจกระดูกทั่วตัวจะมีค่าน้อย ประมาณ 20 มิลลิคูรี แต่ยังคงเป็นการตรวจที่ใช้ค่าความแรงรังสีสูงกว่าการตรวจบางชนิด อีกทั้งเป็นการตรวจที่ได้รับความนิยมทั้งการวินิจฉัย และติดตามผลการรักษาโรค นอกจากนี้ ผู้ปฏิบัติงานในหน่วยเวชศาสตร์นิวเคลียร์ และบุคคลอื่นที่เกี่ยวข้อง

ยังคงไม่ทราบถึงระดับค่าปริมาณรังสีที่แผ่ออกมาจากผู้มารับบริการตรวจดังกล่าว ซึ่งอาจทำให้เกิดความวิตกกังวลต่อปริมาณรังสี แม้ว่าปริมาณรังสีจะลดลงเมื่อเพิ่มระยะเวลา และระยะห่างจากผู้มารับบริการมากขึ้น ทั้งนี้ การทราบถึงค่าปริมาณรังสีที่แผ่ออกจากผู้มารับบริการตรวจกระดูกในช่วงระยะเวลา และระยะห่างที่แตกต่างกัน จะช่วยลดความวิตกเกี่ยวกับปริมาณรังสีที่จะได้รับของผู้ปฏิบัติงานทั้งในและนอกหน่วยงาน รวมถึงจะส่งผลต่อการเอื้อประโยชน์ให้กับผู้มารับบริการให้ได้รับการตรวจวินิจฉัย หรือการรักษาอื่นๆ เพิ่มเติมจากหน่วยงานต่างๆ เช่น การตรวจอัลตราซาวน์ หรือการให้ยาเคมีบำบัดหลังจากได้รับสารเภสัชรังสี เป็นต้น เช่นเดียวกับการศึกษาที่ผ่านมา[1-2] ที่นำข้อมูลมาประยุกต์ใช้ในด้านการป้องกันอันตรายจากรังสีต่อผู้ปฏิบัติงานในหน่วยเวชศาสตร์นิวเคลียร์ หน่วยงานที่เกี่ยวข้องและญาติ ด้วยเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมีวัตถุประสงค์เพื่อวัดค่าปริมาณรังสีที่แผ่ออกจากผู้มารับบริการตรวจกระดูกทั่วตัวในระยะเวลา และระยะห่างที่แตกต่างกัน

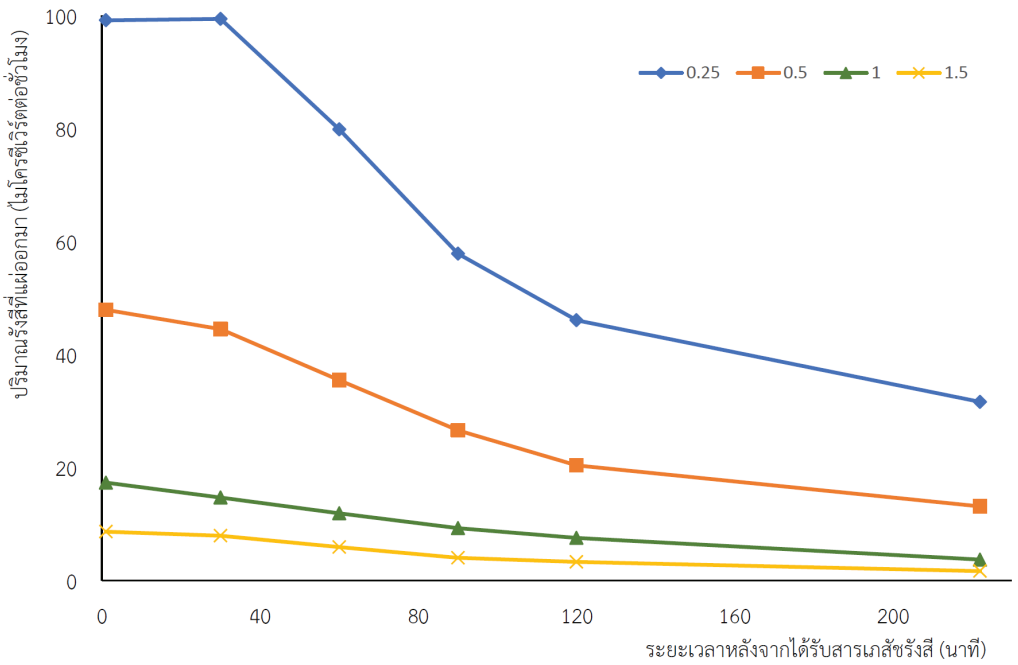
วัตถุและวิธีการ

การศึกษาโดยการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับค่าความแรงรังสีที่ใช้และปริมาณรังสีที่แผ่ออกจากผู้มารับบริการตรวจกระดูกทั่วตัว จำนวน 24 ราย ที่สามารถช่วยเหลือตัวเองได้ ณ หน่วยเวชศาสตร์นิวเคลียร์ โรงพยาบาลพุทธชินราชพิษณุโลก ซึ่งวัดค่าปริมาณรังสีด้วยเครื่อง survey meter รุ่น 14C with pancake GM probe[3] โดยวัดค่าปริมาณรังสีพื้นหลัง และค่าปริมาณรังสีที่แผ่ออกจากผู้มารับบริการที่ระดับใต้ต่อสะดือประมาณ 2 นิ้ว ในระยะห่างจากผู้มารับบริการเท่ากับ 0.25, 0.5, 1 และ 1.5 เมตร ตามลำดับ ในแต่ละช่วงระยะเวลาต่างๆ ดังนี้ ระยะเวลาทันทีหลังจากได้รับสารเภสัชรังสี จากนั้นเมื่อระยะเวลาผ่านไปเท่ากับ 30, 60, 90, 120 นาที และเมื่อหลังถ่ายภาพการตรวจเสร็จสิ้นที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 222 นาที ตามลำดับ

วิเคราะห์ข้อมูลปริมาณรังสีที่แผ่ออกจากผู้มารับบริการตรวจกระดูกทั่วตัวในรูปแบบของค่ามัธยฐาน หาความสัมพันธ์ของปริมาณรังสีที่แผ่ออกจากผู้มารับบริการของแต่ละช่วงของระยะเวลา และระยะห่างที่แตกต่างและเปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูลด้วย K-related sample ของสถิติ Friedman ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ผล

ค่าความแรงรังสีของสารเภสัชรังสีที่ฉีดให้แก่ผู้มารับบริการตรวจกระดูกทั่วตัว มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 15.2 ± 2.4 มิลลิคูรี โดยปริมาณรังสีที่แผ่ออกจากผู้มารับบริการนั้นจะลดลงตามระยะเวลา และระยะห่างที่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ซึ่งระยะห่างเท่ากับ 0.25 เมตร ในระยะเวลาทันทีหลังจากได้รับสารเภสัชรังสี ให้ค่าปริมาณรังสีมากที่สุดที่มีค่ามัธยฐานเท่ากับ 100 (มีค่าระหว่าง 50-140) ไมโครซีเวิร์ตต่อชั่วโมง โดยเมื่อระยะเวลาผ่านไป 90 นาทีหลังจากที่ได้รับสารเภสัชรังสี พบว่าปริมาณรังสีที่แผ่ออกมาลดลงมากถึง 40 ไมโครซีเวิร์ตต่อชั่วโมง นอกจากนี้ ที่ระยะห่างเท่ากับ 1.5 เมตร ค่าปริมาณรังสีที่วัดได้เท่ากับ 10 (มีค่าระหว่าง 5-11) ไมโครซีเวิร์ตต่อชั่วโมง ซึ่งค่าปริมาณรังสีที่วัดได้ลดลงเช่นกันเมื่อเพิ่มระยะเวลาให้นานขึ้น โดยวัดค่าปริมาณรังสีที่แผ่ออกจากผู้มารับบริการหลังถ่ายภาพการตรวจเสร็จสิ้น ที่มีค่ามัธยฐานเท่ากับ 1.5 (มีค่าระหว่าง 0-4.5) ไมโครซีเวิร์ตต่อชั่วโมง (รูปที่ 1)



รูปที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณรังสีที่แผ่ออกจากผู้มารับบริการตรวจกระดูกทั่วตัวที่ระยะห่าง และระยะเวลาที่แตกต่างกัน

เมื่อคำนวณปริมาณรังสีสำหรับผู้ปฏิบัติงานในแผนกอื่นหรือบุคคลทั่วไปที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ แพทย์ พยาบาล หรือญาติ ที่จะได้รับปริมาณรังสีเมื่อใกล้ชิดกับผู้มารับบริการในระยะห่าง และระยะเวลาที่แตกต่างกัน ตามข้อกำหนดการได้รับปริมาณรังสีของสาธารณชนจากคณะกรรมาธิการระหว่างประเทศด้านการป้องกันรังสี (International Commission on Radiological Protection) ฉบับที่ 103[4] พบว่า ค่ามัธยฐานและค่าพิสัยระหว่างควอไทล์ (ควอไทล์ที่ 1 และที่ 3) ของปริมาณรังสีที่จะได้รับในระยะเวลา 60 นาที สำหรับระยะห่างต่างๆ (ตารางที่ 1) นอกจากนี้ ถ้าปฏิบัติงานกับผู้มารับบริการในระยะเวลา 30 นาที ในระยะห่าง 0.25 หลังจากที่ได้รับสารเภสัชรังสีทันที บุคคลดังกล่าวจะได้รับค่าปริมาณรังสีเท่ากับ 50 ไมโครซีเวิร์ต โดยปริมาณรังสีที่ได้รับจะเพิ่มขึ้นเป็นสัดส่วนโดยตรงกับระยะเวลาที่เพิ่มขึ้น ซึ่งการปฏิบัติงานกับผู้มารับบริการนานถึง 180 นาที บุคคลดังกล่าวจะได้รับปริมาณรังสีเพิ่มขึ้นถึง 6 เท่า อย่างไรก็ตาม เมื่อให้เวลาผ่านไป 1 ชั่วโมง ปริมาณรังสีที่ได้รับจะลดลงเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 61.3 (มีค่าระหว่าง 50-75) เมื่อเปรียบเทียบที่ระยะห่าง และระยะเวลาเดียวกัน (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 1 ค่ามัธยฐาน (ควอไทล์ที่ 1 และที่ 3) ของปริมาณรังสีที่จะได้รับของบุคคลทั่วไปในการปฏิบัติงานกับผู้มารับบริการตรวจกระดูกทั่วตัวในระยะเวลา 60 นาที สำหรับระยะเวลาหลังจากที่ได้รับสารเภสัชรังสี และระยะห่างที่แตกต่างกัน

ระยะเวลาหลังจากที่ได้รับสารเภสัชรังสี (นาที)	ระยะห่าง (เมตร)	ปริมาณรังสีที่ได้รับ (ไมโครซีเวิร์ต)
ทันที	0.25	100 (90, 112.5)
	0.5	50 (40, 60)
	1	20 (15, 20)
	1.5	10 (8,10)
60	0.25	75 (63.8, 90)
	0.5	32.5 (29.5, 40)
	1	10 (10, 15)
	1.5	5.5 (4.8, 8)
90	0.25	60 (40, 66.3)
	0.5	27.5 (20, 30)
	1	10 (8, 10)
	1.5	5 (1, 5.3)
120	0.25	45 (35, 50.5)
	0.5	20 (16.5, 21.3)
	1	8 (5.4, 9.3)
	1.5	3 (1, 5)
222	0.25	30 (25, 40)
	0.5	12.5 (10, 15)
	1	5 (1, 6)
	1.5	1.5 (0, 3)

ตารางที่ 2 ค่ามัธยฐานของปริมาณรังสีที่จะได้รับของบุคคลทั่วไปในการปฏิบัติงานกับผู้มารับบริการตรวจกระดูกทั่วตัวในระยะห่าง และระยะเวลาที่แตกต่างกัน

ระยะเวลาหลังจากที่ได้รับสารเภสัชรังสี (นาที)	ระยะห่าง (เมตร)	ระยะเวลาที่ปฏิบัติงานกับผู้มารับบริการ (นาที)	ปริมาณรังสีที่ได้รับ (ไมโครซีเวิร์ต)
ทันที	0.25	30	50
		60	100
		120	200
		180	300
	0.5	30	25
		60	50
		120	100
		180	150
	1	30	10
		60	20
		120	40
		180	60
60	1.5	30	5
		60	10
		120	20
		180	30
	0.25	30	37.5
		60	75
		120	150
		180	225
	0.5	30	16.3
		60	32.5
		120	65
		180	97.5
	1	30	5
		60	10
		120	20
		180	30
	1.5	30	2.8
		60	5.5
		120	11
		180	16.5
90	0.25	30	30
		60	60
		120	120
		180	180
	0.5	30	13.8
		60	27.5
		120	55
		180	82.5

ตารางที่ 2 ค่ามัธยฐานของปริมาณรังสีที่จะได้รับของบุคคลทั่วไปในการปฏิบัติงานกับผู้มารับบริการตรวจกระดูกทั่วตัวในระยะห่าง และระยะเวลาที่แตกต่างกัน (ต่อ)

ระยะเวลาหลังจากที่ได้รับสารเภสัชรังสี (นาที)	ระยะห่าง (เมตร)	ระยะเวลาที่ปฏิบัติงานกับผู้มารับบริการ (นาที)	ปริมาณรังสีที่ได้รับ (ไมโครซีเวิร์ต)
90	1	30	5
		60	10
		120	20
		180	30
	1.5	30	2.5
		60	5
		120	10
		180	15
	0.25	30	22.5
		60	45
		120	90
		180	135
120	0.5	30	10
		60	20
		120	40
		180	60
	1	30	4
		60	8
		120	16
		180	24
	1.5	30	1.5
		60	3
		120	6
		180	9
	0.25	30	15
		60	30
		120	60
		180	90
222	0.5	30	6.3
		60	12.5
		120	25
		180	37.5
	1	30	2.5
		60	5
		120	10
		180	15
	1.5	30	0.8
		60	1.5
		120	3
		180	4.5

วิจารณ์

ปริมาณรังสีที่แผ่ออกจากผู้มารับบริการตรวจกระดูกทั่วตัวลดลงเมื่อเพิ่มระยะห่าง ที่เป็นไปตามหลักการของอัตราการแผ่รังสีจะแปรผกผันยกกำลังสองกับระยะทาง และเมื่อเพิ่มระยะเวลาหลังจากได้รับสารเภสัชรังสีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) สอดคล้องกับการศึกษาที่ผ่านมา[1] ซึ่งปริมาณรังสีที่วัดได้ลดลงเนื่องจากการสลายตัวของสารกัมมันตรังสีที่มีค่าครึ่งชีวิตเท่ากับ 6.01 ชั่วโมง และการขจัดสารเภสัชรังสีผ่านทางไตมากถึงร้อยละ 32 ในระยะเวลา 1 ชั่วโมง และเพิ่มขึ้นเมื่อมีระยะเวลาที่มากขึ้น[5]

สำหรับการปฏิบัติงานกับผู้มารับบริการตรวจกระดูกทั่วตัวในระยะห่างที่ใกล้ที่สุด ควรรอระยะเวลาหลังจากที่ได้รับสารเภสัชรังสีประมาณ 1 ชั่วโมง ซึ่งค่าปริมาณรังสีที่ได้รับจะลดลงมากถึงร้อยละ 75 อย่างไรก็ตาม ค่าปริมาณรังสีที่ได้รับยังคงน้อยกว่าค่าปริมาณรังสีของสาธารณชนจะได้รับ ไม่ควรเกิน 1 มิลลิซีเวิร์ตต่อปี ถึงแม้ว่าค่าปริมาณรังสีที่ได้รับจะมีค่าน้อย อย่างไรก็ตาม ถ้าไม่มีความจำเป็นก็ไม่ควรอยู่ใกล้ชิดกับผู้มารับบริการตลอดเวลา ซึ่งอาจเพิ่มระยะห่างให้มากขึ้นในระหว่างการปฏิบัติงานในบางช่วงเวลา นอกจากนี้ เมื่อผู้มารับบริการได้รับการตรวจเสร็จสิ้น ที่มีความประสงค์จะเดินทางไปต่างจังหวัดด้วยรถโดยสารประจำทางที่ใช้ระยะเวลาในการเดินทางนานถึง 3 ชั่วโมง ญาติที่อยู่ใกล้ชิดมากที่สุดจะได้รับปริมาณรังสีประมาณ 90 ไมโครซีเวิร์ต อย่างไรก็ตาม การเพิ่มระยะห่างให้มากขึ้น ก็จะช่วยลดปริมาณรังสีที่จะได้รับเช่นเดียวกัน สำหรับการแนะนำในระหว่างการรอตรวจที่ให้ผู้มารับบริการดื่มน้ำปริมาณมากๆ และปัสสาวะบ่อยๆ ก็เป็นอีกแนวทางหนึ่งที่ช่วยให้ปริมาณรังสีในร่างกายลดลง[6] ทำให้ทั้งผู้มารับบริการและบุคคลทั่วไปได้รับปริมาณรังสีที่ลดลงร่วมด้วย

สรุป

ปริมาณรังสีที่แผ่ออกจากผู้มารับบริการตรวจกระดูกทั่วตัวจะลดลงตามระยะห่าง และระยะเวลาที่เพิ่มขึ้นหลังจากได้รับสารเภสัชรังสี ทั้งนี้ เมื่อมีความจำเป็นต้องได้รับการตรวจวินิจฉัยหรือการรักษาอื่น ๆ เพิ่มเติม ควรรอให้ระยะเวลาผ่านไปประมาณ 1 ชั่วโมง รวมทั้งในระหว่างการรอเพื่อถ่ายภาพรังสีควรให้ผู้มารับบริการดื่มน้ำปริมาณมากๆ และปัสสาวะบ่อยๆ เพื่อช่วยลดปริมาณรังสีทั้งแก่ผู้มารับบริการและบุคคลที่เกี่ยวข้อง

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ เจนจิรา ทาก่อง ณัฐอาภา สุดวิลัย มณีรัตน์ ยกย่อง กชกร ชาตะโชติ เจ้าหน้าที่หน่วยเวชศาสตร์นิวเคลียร์ และผู้มารับบริการตรวจกระดูกทั่วตัว โรงพยาบาลพุทธชินราชพิษณุโลก ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการเก็บข้อมูล รวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล ขอบคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เกตุจันทร์ จำปาไชยศรี ที่ให้คำแนะนำเกี่ยวกับสถิติที่ใช้ รวมทั้งขอขอบคุณการสนับสนุนงบประมาณจากคณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

References

1. Stenstad L, Pedersen GA, Dypvik Landmark A, Brattheim B. Nuclear radiation dose to the surroundings from patients who are undergoing nuclear medicine examinations. RadOpen 2014; 1:11-8.
2. Kim HS, Cho JH, Shin SG, Dong KR, Chung WK, Chung JE. A study on quantitative analysis of exposure dose caused by patient depending on time and distance in nuclear medicine examination. RADIAT EFF DEFECT S 2012; 168:80-7.
3. Biodex Medical Systems. Model 14C survey meter with pancake GM probe [Internet]. Shirley NY: Biodex Medical Systems; 2020 [updated 2020 Jan 1; cited 2020 Feb 6]. Available from: https://www.biodex.com/nuclear-medicine/products/radiation-detection/model-14c-survey-meter-pancake-gm-probe.
4. International Commission on Radiological Protection (SE). The 2007 recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 103. Ann ICRP 2007; 37:1-332.
5. Saha GB. Fundamentals of Nuclear Pharmacy. 6th ed. Springer Nature; 2010.
6. Donohoe KJ, Brown ML, Collier D, Carretta RF, Henkin RE, O'Mara RE, et al. Society of nuclear medicine procedure guideline for bone scintigraphy. SNM procedure guidelines manual [Internet]. 2003 Jun 20. [cited 2020 Feb 6]: 205-9. Available from https://pdfs.semanticscholar.org/69d2/6780422347c7d41b5a90fe67dcfa108f3f66.pdf