

การวัดปริมาณรังสีจากผู้ป่วยในแต่ละการตรวจวินิจฉัยทางเวชศาสตร์นิวเคลียร์ และในผู้ปฏิบัติงานทางการแพทย์

กรिता อุทรงธรรม¹ ปณัสดา อวิคุณประเสริฐ²

¹หน่วยเวชศาสตร์นิวเคลียร์ สาขาวิชารังสีวิทยา คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

²ภาควิชารังสีเทคนิค คณะแพทยศาสตร์วชิรพยาบาล มหาวิทยาลัยนวมินทราธิราช

Received: July 26, 2024

Revised: August 26, 2024

Accepted: August 28, 2024

บทคัดย่อ

การตรวจทางเวชศาสตร์นิวเคลียร์มีการให้สารรังสีเข้าไปในร่างกายผู้ป่วยเพื่อแสดงข้อมูลการทำงานของอวัยวะและพยาธิวิทยา ซึ่งทำให้เกิดข้อกังวลถึงความปลอดภัยทางรังสีเมื่อต้องปฏิบัติงานใกล้ชิดหรือการดูแลผู้ป่วยที่ได้รับสารรังสี การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจวัดอัตราการแผ่รังสีจากผู้ป่วยในแต่ละการตรวจวินิจฉัยทางเวชศาสตร์นิวเคลียร์และการสัมผัสรังสีในผู้ปฏิบัติงานทางการแพทย์ โดยการใช้เครื่องสำรวจรังสีชนิดบรรจุก๊าซ ตรวจวัดอัตราการแผ่รังสีจากผู้ป่วย จำนวน 3 ครั้ง หลังฉีดสารเภสัชรังสีทันที ขณะทำการตรวจวินิจฉัยทางเวชศาสตร์นิวเคลียร์ และก่อนผู้ป่วยกลับบ้าน ในการวัดแต่ละครั้งจะวัดอัตราปริมาณรังสีที่ระยะ 0, 0.25, 0.5, 1 และระยะ 2 เมตร ผลการศึกษา การวัดค่าอัตราการแผ่รังสีจากผู้ป่วย จำนวน 385 คน เข้ารับการตรวจทางเวชศาสตร์นิวเคลียร์ จำนวน 21 รายการ พบว่า การตรวจที่มีค่าอัตราการแผ่รังสีเฉลี่ยสูงกว่า 10 $\mu\text{Sv/hr}$ ที่ระยะ 0 เมตร หลังผู้ป่วยได้รับรังสีสารเภสัชรังสีทันที จากการตรวจ 6 ประเภท ในขณะที่ตรวจทางเวชศาสตร์นิวเคลียร์ มี 5 ประเภท และก่อนผู้ป่วยกลับบ้าน พบในการตรวจ 2 ประเภท โดยการตรวจ PET/CT scan มีอัตราการแผ่รังสีสูงสุด เท่ากับ 248 $\mu\text{Sv/hr}$ เมื่อวัดค่าทันทีหลังฉีดสารเภสัชรังสี และลดลงเมื่อวัดค่าขณะตรวจ และก่อนผู้ป่วยกลับบ้าน โดยอัตราการแผ่รังสีลดลงเมื่อระยะเพิ่มมากขึ้น สำหรับค่าอัตราการแผ่รังสีที่วัดค่าก่อนผู้ป่วยกลับบ้าน ไม่พบว่ามีค่าการตรวจใดที่มีอัตราการแผ่รังสีจากตัวผู้ป่วยเกิน 50 $\mu\text{Sv/hr}$ ที่ระยะ 1 เมตร นอกจากนี้ปริมาณรังสีทั่วลำตัว ($\text{Hp}(10)$) ของผู้ปฏิบัติงานทางการแพทย์ในหน่วยงานไม่เกินค่ามาตรฐาน 20 มิลลิซีเวิร์ตต่อปี โดยสรุป การตรวจเวชศาสตร์นิวเคลียร์ที่มีการใช้สารรังสี จะพบอัตราการแผ่รังสีจากผู้ป่วยสูงสุดหลังฉีดสารเภสัชรังสีทันที โดยลดลงตามเวลาและตามระยะห่างจากผู้ป่วย ทั้งนี้ทั้งผู้ป่วยและผู้ปฏิบัติงานมีค่าปริมาณรังสีที่สัมผัสอยู่ในเกณฑ์ปลอดภัย

คำสำคัญ: เวชศาสตร์นิวเคลียร์; อัตราการแผ่รังสี; เพทซีทีสแกน

ผู้สนับสนุนประสานงาน:

ปณัสดา อวิคุณประเสริฐ

ภาควิชารังสีเทคนิค คณะแพทยศาสตร์วชิรพยาบาล มหาวิทยาลัยนวมินทราธิราช

681 ถนนสามเสน แขวงวชิรพยาบาล เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร 10300

อีเมล: panatsada@nmu.ac.th

Radiation dose measurement for patients undergoing nuclear medicine diagnostic studies and for medical staff

Parita Usongtham¹, Panatsada Awikunprasert²

¹Nuclear Medicine Division, Department of Radiology, Faculty of Medicine, Khon Kaen University

²Department of Radiological Technology, Faculty of Medicine Vajira Hospital, Navamindradhiraj University

Abstract

Nuclear medicine tests involve injecting radioactive substances into a patient's body to provide information about organ function and pathology. This raises concerns about radiation safety when managing or caring for patients exposed to radiation. The objective of this study was to measure the radiation dose rate emitted by patients undergoing various nuclear medicine diagnostic tests and to assess medical staff exposure. A gas-filled dosimeter was used to measure the radiation dose rate at three key times: immediately after the radiopharmaceutical injection, during the nuclear medicine examination, and before the patient was discharged. Measurements were taken at distances of 0, 0.25, 0.5, 1, and 2 meters from the patient. The study included 385 patients undergoing 21 different nuclear medicine examinations. The results showed that six types of examinations had an average radiation dose rate higher than 10 $\mu\text{Sv/hr}$ at 0 meters immediately after the radiopharmaceutical injection. During the examination, five types of tests exhibited similar rates, and before discharge, only two types did. The highest radiation dose rate, observed immediately after injection during a PET/CT scan, reached 248 $\mu\text{Sv/hr}$. This rate decreased during subsequent examinations and before discharge. The radiation dose rate consistently diminished as the distance from the patient increased. Notably, no examination recorded a radiation dose rate exceeding 50 $\mu\text{Sv/hr}$ at a distance of 1 meter from the patient before discharge. In addition, the effective dose ($H_p(10)$) for medical staffs in our department does not exceed the standard of 20 mSv/year. In conclusion, nuclear medicine diagnostic tests involve the use of radioactive tracers, leading to the highest radiation dose rates immediately after injection. These rates decrease over time and with increasing distance. Radiation exposure remains within safe limits for both patients and medical staff.

Keywords: nuclear medicine; radiation dose rate; PET/CT scan

Corresponding Author:

Panatsada Awikunprasert

Department of Radiological Technology, Faculty of Medicine Vajira Hospital, Navamindradhiraj University
681 Samsen Road, Wachiraphayaban Sub-district, Dusit District, Bangkok 10300, Thailand
E-mail: panatsada@nmu.ac.th

บทนำ

การตรวจทางเวชศาสตร์นิวเคลียร์มีความสำคัญในการช่วยวินิจฉัยโรคและช่วยในการวางแผนการรักษาโรค ผู้ป่วยจะได้รับสารเภสัชรังสี คือ สารกัมมันตรังสีที่ติดฉลากกับสารเคมีปริมาณเล็กน้อยที่มีโครงสร้างและคุณสมบัติที่เหมาะสมที่จะเข้าไปในร่างกาย เพื่อให้ไปจับกับอวัยวะที่ต้องการ โดยไม่มีผลต่อร่างกายและถ่ายภาพได้ชัดเจน โดยการฉีด การรับประทาน หรือการสูดสารเภสัชรังสีเข้าสู่ร่างกาย ในปริมาณที่แตกต่างกันไป ขึ้นกับชนิดการตรวจและน้ำหนักของผู้ป่วย จากนั้นจะทำการถ่ายภาพรังสีผู้ป่วยตามเวลาที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดและเทคนิคการตรวจด้วยเครื่องตรวจทางเวชศาสตร์นิวเคลียร์ เช่น เครื่อง Cardiac SPECT, SPECT, SPECT/CT, Thyroid uptake และเครื่อง PET/CT

ข้อมูลสถิติการตรวจวินิจฉัยด้วยสารเภสัชรังสีของหน่วยเวชศาสตร์นิวเคลียร์ สาขาวิชารังสีวิทยา คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ในระยะเวลา 5 ปี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2561 - 2565 ทำการตรวจทางเวชศาสตร์นิวเคลียร์ด้วยเทคนิคการตรวจทั้งหมด 65 รายการ จำนวนผู้ป่วยที่เข้ารับบริการทั้งหมด 34,796 ราย โดยแบ่งการตรวจวินิจฉัยตามชนิดของสารกัมมันตรังสีได้เป็นการตรวจวินิจฉัยด้วย ^{99m}Tc จำนวน 28,958 ราย ซึ่งเป็นการตรวจที่มากที่สุด การตรวจวินิจฉัยด้วย ^{131}I จำนวน 3,783 ราย การตรวจวินิจฉัยด้วย ^{201}Tl จำนวน 561 ราย และการตรวจวินิจฉัยด้วย ^{18}F จำนวน 1,340 ราย สารเภสัชรังสีที่ใช้มีหลายชนิด ได้แก่ ^{99m}Tc -MDP, ^{99m}Tc -DISIDA, ^{131}I , ^{131}I -MIBG, ^{67}Ga , ^{201}Tl , ^{111}In , ^{99m}Tc -DTPA, ^{99m}Tc -MAG3, ^{99m}Tc -Phytate, ^{99m}Tc -Pertechnetate, ^{99m}Tc -MIBI, ^{18}F -FDG เป็นต้น การตรวจวินิจฉัยทางเวชศาสตร์นิวเคลียร์เหล่านี้ ไม่สามารถที่จะหลีกเลี่ยงรังสีที่แผ่ออกจากตัวผู้ป่วยได้ เนื่องจากรังสีที่แผ่ออกมามองไม่เห็นด้วยตาเปล่า ทำให้ผู้ปฏิบัติงานทางเวชศาสตร์นิวเคลียร์ บุคลากรอื่น รวมถึงญาติที่ดูแลใกล้ชิดไม่สามารถหลีกเลี่ยงหรือป้องกันอันตราย

จากรังสี ทำให้มีโอกาสดูได้รับรังสีจากการตรวจผู้ป่วยทางเวชศาสตร์นิวเคลียร์ คณะกรรมการป้องกันอันตรายจากรังสีระหว่างประเทศ (International Commission on Radiological Protection: ICRP) กำหนดให้ผู้ปฏิบัติงานทางรังสีรับรังสีได้ไม่เกิน 20 มิลลิซีเวิร์ตต่อปี และประชาชนทั่วไปรับรังสีได้ไม่เกิน 1 มิลลิซีเวิร์ตต่อปี¹ โดยเน้นหลักในการป้องกันอันตรายจากรังสีที่ได้รับรังสีน้อยที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ (As Low As reasonably Achievable: ALARA) ร่วมกับหลัก 3 ประการในการป้องกันอันตรายจากรังสี คือ การปฏิบัติงานทางด้านรังสี ต้องใช้เวลาให้น้อยที่สุด ความเข้มของรังสีจะเปลี่ยนแปลงลดลงไปตามระยะทางจากต้นกำเนิดรังสี ความเข้มของรังสีเมื่อผ่านเครื่องกำบังจะลดลง จะมากหรือน้อย ขึ้นกับพลังงานของรังสี คุณสมบัติ ความหนาแน่น และความหนาของเครื่องกำบังรังสี

การวัดค่าปริมาณรังสีที่แผ่ออกมาร่างกายของผู้ป่วยในการวินิจฉัยทางเวชศาสตร์นิวเคลียร์ สู่สิ่งแวดล้อมสามารถทำได้โดยใช้เครื่องวัดรังสีชนิดหัววัดไกเกอร์มูลเลอร์ (Geiger- Muller)^{2,3} และเครื่องวัดรังสีชนิดหัววัดไอออนแชมเบอร์ (Ionization chamber)⁴ ค่าอัตราการแผ่รังสีขึ้นกับปัจจัยต่างๆ เช่น เมื่ออยู่ห่างจากผู้ป่วยน้อยกว่า 0.5 เมตร อัตราการแผ่รังสีที่วัดได้จะมีค่าสูง การใช้สารเภสัชรังสีปริมาณที่มาก และหลังจากฉีดสารเภสัชรังสีให้กับผู้ป่วยอัตราการแผ่รังสีจะสูง เมื่อตรวจวัดอัตราการแผ่รังสีหลังฉีดสารเภสัชรังสีไปแล้ว 1 ชั่วโมง ค่าปริมาณรังสีลดลงอย่างรวดเร็ว² ชนิดและความถี่ของการตรวจวินิจฉัยทางเวชศาสตร์นิวเคลียร์ที่มีการใช้ชนิดของสารรังสีและปริมาณกัมมันตรังสีที่ต่างกัน ส่งผลต่อปริมาณรังสีที่แผ่จากผู้ป่วย^{4,5} การป้องกันอันตรายจากรังสีที่แผ่จากผู้ป่วยสามารถทำได้โดยการลดระยะเวลาในการอยู่ใกล้กับผู้ป่วย ในช่วงเวลาหลังฉีด การเพิ่มระยะห่างระหว่างผู้ป่วยและการปฏิบัติงานที่มีตะกั่วกำบังรังสีอย่างน้อย 2 มม. จะช่วยลดปริมาณรังสีลงได้^{5,6}

การวัดค่าปริมาณรังสีสะสมที่ญาติที่ดูแลผู้ป่วย ใกล้ชิดหรือผู้ปฏิบัติงานได้รับจากการปฏิบัติงานทาง เวชศาสตร์นิวเคลียร์สามารถวัดได้โดยใช้อุปกรณ์วัด ปริมาณรังสีชนิดทีแอลดี (Thermo-luminescence dosimeters; TLD)^{7,8} อุปกรณ์วัดปริมาณรังสีชนิด โอเอสแอล (Optically Stimulated Luminescence; OSL)⁹ และเครื่องวัดรังสีประจำตัวบุคคลชนิดที่บอกค่า เป็นตัวเลขและบันทึกค่าที่ได้ (personal monitoring pocket dosimeter)¹⁰ ค่าปริมาณรังสีที่ได้จะถูกนำไป เปรียบเทียบกับค่าขีดจำกัดการได้รับรังสีของผู้ปฏิบัติงาน ที่กำหนดให้ได้รับไม่เกิน 20 มิลลิซีเวิร์ตต่อปี รายงาน ผลการได้รับรังสีของผู้ปฏิบัติงานใน 5 กลุ่มวิชาชีพ ได้แก่ นักรังสีการแพทย์ แพทย์ พยาบาล เภสัชกรรังสี และนักฟิสิกส์รังสี พบว่า นักรังสีการแพทย์ที่ปฏิบัติงาน ในห้องตรวจ กลุ่มที่ได้รับรังสีสูงที่สุดคือ นักรังสีปฏิบัติงาน ในห้องตรวจเพ็ท/ซีที (Positron Emission Tomography; PET/ Computed Tomography; CT) และค่าปริมาณ รังสีสะสมที่ผู้ปฏิบัติงานได้รับจะเพิ่มขึ้นตามจำนวน ผู้ป่วยที่เข้ารับการตรวจ⁹ ในขณะที่อีกงานวิจัย รายงาน การได้รับรังสีของพยาบาลมีค่าสูงกว่านักรังสีการแพทย์ แนวโน้มการเพิ่มขึ้นของการตรวจ PET/CT จำเป็นต้อง เพิ่มการเฝ้าระวังและตรวจวัดการได้รับรังสีของ ผู้ปฏิบัติงานเพื่อที่จะควบคุมให้มีค่าต่ำที่สุดเท่าที่จะ ทำได้¹¹

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อตรวจวัด ปริมาณรังสีที่แผ่จากผู้ป่วยในแต่ละการตรวจวินิจฉัย ทางเวชศาสตร์นิวเคลียร์ โดยใช้เครื่องสำรวจรังสี (survey meter) ชนิดไอออนแชมเบอร์ (pressurized ion chamber) โดยวัดค่าอัตราปริมาณรังสีที่ระยะทาง 0, 0.25, 0.50, 1.00, 2.00 เมตร ที่เวลาต่างกัน 3 ครั้ง ได้แก่ หลังฉีดสารเภสัชรังสีทันที ขณะทำการตรวจ วินิจฉัยทางเวชศาสตร์นิวเคลียร์ และก่อนกลับบ้าน เพื่อประเมินค่าปริมาณรังสีจากการตรวจทาง เวชศาสตร์นิวเคลียร์ และเพื่อให้เกิดความปลอดภัย ทางรังสีแก่ผู้ป่วย ผู้ปฏิบัติงานทางเวชศาสตร์นิวเคลียร์ บุคลากรอื่น รวมถึงญาติที่ดูแลใกล้ชิดได้

วัตถุประสงค์

1. เพื่อทราบค่าอัตราการแผ่รังสีจากผู้ป่วย ในแต่ละการตรวจวินิจฉัยทางเวชศาสตร์นิวเคลียร์ ที่ ระยะเวลาและระยะทางต่างๆ

2. เพื่อประเมินค่าปริมาณรังสีที่ผู้ปฏิบัติงาน ทางเวชศาสตร์นิวเคลียร์ บุคลากรอื่น รวมถึงญาติที่ ดูแลใกล้ชิดได้รับในแต่ละการตรวจวินิจฉัยทาง เวชศาสตร์นิวเคลียร์

วิธีการศึกษา

งานวิจัยนี้ ได้ผ่านการรับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัย ขอนแก่น เลขที่ HE661328 โดยเก็บข้อมูลปริมาณรังสี จากผู้ป่วยที่เข้ารับการตรวจวินิจฉัยทางเวชศาสตร์ นิวเคลียร์ ระหว่างเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2566 ถึง กันยายน พ.ศ. 2566 เป็นการศึกษาแบบไปข้างหน้า (prospective study) โดยคำนวณกลุ่มตัวอย่าง สำหรับการศึกษาระยะพรรณนา โดยใช้สูตรการประมาณ ค่าเฉลี่ย (ไม่ทราบประชากร) ดังสมการ

$$n = \frac{Z_{\alpha}^2 \sigma^2}{e^2}$$

เมื่อกำหนดให้

$Z_{\frac{\alpha}{2}}$ = 1.96 คือ ระดับความผิดพลาดในการ ประมาณค่า กำหนดจากระดับของ ความเชื่อมั่น 95% CI, α = 0.05

σ = 0.5 คือ ความแปรปรวนของตัวแปร ผลที่ใช้คำนวณขนาดตัวอย่างจากงาน วิจัย

e = 0.05 คือ ค่าความกระชับของค่าที่ ประมาณ (precision of estimation)

เมื่อแทนค่า จำนวนอาสาสมัครที่คำนวณได้เท่ากับ 385 ราย อาสาสมัครเป็นผู้ป่วยที่เข้ารับการตรวจวินิจฉัยทางเวชศาสตร์นิวเคลียร์ และยินยอม

เข้าร่วมโครงการวิจัย อายุตั้งแต่ 1 เดือน ถึง 85 ปี ข้อมูลของกลุ่มอาสาสมัคร ข้อมูลความแรงรังสีแสดงในตารางที่ 1 (Table 1)

Table 1 Demographic data

Demographic data	Mean $\pm$ SD
Gender	Male = 172 Female = 213
Age (year)	50.72 $\pm$ 19.50
Weight (kg)	58.47 $\pm$ 17.90
Height (cm)	155.78 $\pm$ 20.09

การวัดอัตราการแผ่รังสีจากผู้ป่วยที่ระยะเวลาและระยะทางแตกต่างกัน จะใช้เครื่องวัดรังสีชนิดบรรจุก๊าซ (ยี่ห้อ Ludlum รุ่น 9DP ประเทศสหรัฐอเมริกา) สามารถใช้วัดรังสีแกมมาและเอกซเรย์ที่มีพลังงานมากกว่า 25 กิโลอิเล็กตรอนโวลต์ (keV) รังสีเบต้าที่มีพลังงานมากกว่า 1 เมกะอิเล็กตรอนโวลต์ (MeV) วัดรังสีพื้นหลัง (background radiation) ได้ถึง 50 มิลลิซีเวิร์ตต่อชั่วโมง (mSv/h) หรือ 5 เรนต์เกนต่อชั่วโมง (R/h) แสดงผลเป็นตัวเลข โดยมีความแม่นยำ (accuracy) เท่ากับ $\pm 10\%$ การตรวจวัดและบันทึกอัตราการแผ่รังสีในหน่วย mSv/h จำนวน 3 ครั้ง ในแต่ละครั้งจะวัดอัตราการแผ่รังสีที่ระยะ 0 เมตร 0.25 เมตร 0.5 เมตร 1 เมตร และที่ระยะ 2 เมตร

การวัดในแต่ละครั้งจะรอเวลาอย่างน้อย 1 นาที เพื่อให้ค่าที่อ่านได้คงที่

การตรวจวัดครั้งที่ 1 ตรวจวัดทันทีหลังฉีดยาเภสัชรังสี โดยวัดกึ่งกลางลำตัวของผู้ป่วยในขณะที่ผู้ป่วยยืนดังรูปที่ 1 (Figure 1) เพื่อประเมินค่าปริมาณรังสีที่ผู้ปฏิบัติงานในบริเวณหน่วยเวชศาสตร์นิวเคลียร์ และญาติที่ดูแลใกล้ชิดได้รับ สำหรับการตรวจ ^{131}I Total body scan ในผู้ป่วยที่เข้ารับการรักษาด้วยการให้รังสี ผู้ป่วยจะได้รับสารรังสี ^{131}I ที่ห้องปฏิบัติการรังสีและที่หอพักผู้ป่วย จากนั้นถูกแยกห้องพักในหอพักผู้ป่วย ในการศึกษาครั้งนี้จึงไม่ได้ตรวจวัดอัตราการแผ่รังสีในการตรวจ ^{131}I Total body scan หลังได้รับสารเภสัชรังสีทันที

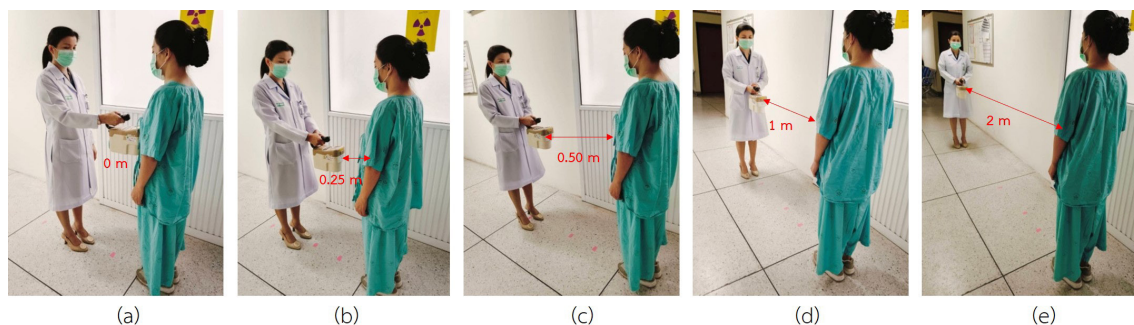


Figure 1 Measurement of the radiation dose rate from a patient immediately after radiopharmaceutical injection (a) at a distance of 0 m, (b) at a distance of 0.25 m, (c) at a distance of 0.5 m, (d) at a distance of 1.0 m, and (e) at a distance of 2.0 m.

สำหรับการตรวจวัดรังสีจากผู้ป่วยที่เข้ารับ
การตรวจ PET/CT scan ผู้ปฏิบัติงานที่ทำการตรวจ
วัดรังสีจะยืนหลังประตูตะกั่วเพื่อป้องกันอันตรายจาก

การแผ่รังสีของสารกัมมันตรังสี ^{18}F ที่มีพลังงานสูง 511 keV ดังรูปที่ 2 (Figure 2)



Figure 2 The measurer stands behind a lead door to measure the radiation dose rate from a patient undergoing an ^{18}F PET scan with a high energy of 511 keV (a) at a distance of 0 m, (b) at a distance of 0.25 m, (c) at a distance of 0.5 m, (d) at a distance of 1.0 m, and (e) at a distance of 2.0 m.

การตรวจวัดครั้งที่ 2 ขณะตรวจวินิจฉัยทาง
เวชศาสตร์นิวเคลียร์ จะวัดอัตราการแผ่รังสีในขณะที่
ผู้ป่วยนอนอยู่บนเครื่องตรวจโดยหัววัดอยู่กึ่งกลางลำตัว
ของผู้ป่วยในท่านอนดังรูปที่ 3 (Figure 3) เพื่อประเมิน
ค่าปริมาณรังสีที่ผู้ปฏิบัติงานในบริเวณหน่วยเวชศาสตร์

นิวเคลียร์ได้รับ ในการตรวจที่ต้องใช้เวลานาน เช่น
Lymphatic scan, DISIDA scan, GI bleeding scan,
Meckel' diverticulum scan จะวัดรังสีขณะตรวจที่
เวลา 2 ชั่วโมง หลังจากผู้ป่วยได้รับสารเภสัชรังสี

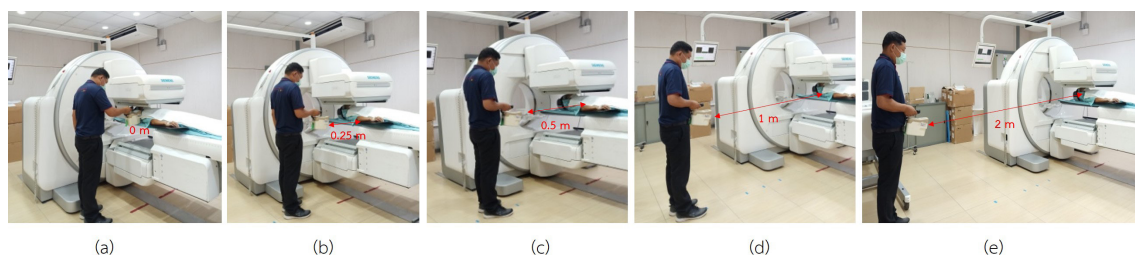


Figure 3 Measurement of the radiation dose rate from the patient during the examination (a) at a distance of 0 m, (b) at a distance of 0.25 m, (c) at a distance of 0.5 m, (d) at a distance of 1.0 m, and (e) at a distance of 2.0 m.

การตรวจวัดครั้งที่ 3 จะวัดอัตราการแผ่รังสี
ก่อนผู้ป่วยกลับบ้าน โดยการตรวจวัดทำในลักษณะ
เดียวกับการตรวจวัดครั้งที่ 1 โดยตรวจวัดในท่านอน

ที่ตำแหน่งกึ่งกลางลำตัวของผู้ป่วย เพื่อประเมินค่า
ปริมาณรังสีที่ญาติที่ดูแลใกล้ชิดได้รับ

ข้อมูลปริมาณรังสีส่วนบุคคลของผู้ปฏิบัติงาน

การประเมินปริมาณรังสีของผู้ปฏิบัติงานจะใช้ข้อมูลจากอุปกรณ์วัดปริมาณรังสีส่วนบุคคล (optically stimulated luminescence; OSL) ที่ผ่านการสอบเทียบและวิเคราะห์โดยสถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์ โดยจะบันทึกค่าปริมาณที่ผู้ปฏิบัติงานได้รับในช่วงเดือนกรกฎาคม-กันยายน พ.ศ. 2566 และรายงานค่าปริมาณรังสียังผลที่ความลึก 10 มิลลิเมตร Hp(10) แสดงถึงปริมาณรังสีที่ลำตัว ค่าปริมาณรังสีที่ได้รับจะนำไปเปรียบเทียบกับค่าขีดจำกัดปริมาณรังสี (dose limit) ไม่เกิน 20 มิลลิซีเวิร์ตต่อปี

ผลการศึกษา

ข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างผู้ป่วยที่เข้ารับการตรวจวินิจฉัยทางเวชศาสตร์นิวเคลียร์ เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2566 ถึงกันยายน พ.ศ. 2566 จำนวน 385 ราย (ชาย 172 ราย และหญิง 213 ราย) มีค่าอายุเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 50.72 ± 19.50 ปี น้ำหนักเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 58.47 ± 17.90

กิโลกรัม การตรวจวินิจฉัยทางเวชศาสตร์นิวเคลียร์จำนวน 21 รายการ แต่ละการตรวจจะมีใช้สารเภสัชรังสี ความแรงรังสี เทคนิคการตรวจและระยะเวลาที่ใช้ในการตรวจต่างกัน สารรังสีที่ได้ใช้ ได้แก่ ^{131}I , $^{99\text{m}}\text{Tc}$, ^{18}F , ^{201}Tl และ ^{67}Ga ดังตารางที่ 2 (Table 2)

อัตราการแผ่รังสีจากผู้ป่วยหลังได้รับรังสีสารเภสัชรังสี พบว่า การตรวจ 6 ประเภท มีค่าอัตราการแผ่รังสีเฉลี่ยที่สูงกว่า $10 \mu\text{Sv/hr}$ ที่ระยะประชิดผู้ป่วย ได้แก่ การตรวจ PET/CT scan (^{18}F -DG) การตรวจ Bone scan ($^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MDP) การตรวจ Octreotide scan ($^{99\text{m}}\text{Tc}$ -Hynic-Toc) การตรวจ Myocardial perfusion ($^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MIBI) การตรวจ Parathyroid scan ($^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MIBI) และการตรวจ Lymphatic scan ($^{99\text{m}}\text{Tc}$ -Dextran) ผู้ป่วยที่เข้ารับการตรวจ PET/CT scan มีอัตราการแผ่รังสีสูงที่สุดที่ $248 \mu\text{Sv/hr}$ ที่ระยะประชิด และอัตราการแผ่รังสีลดลงเรื่อยๆ ตามระยะทางที่เพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตาม ที่ระยะ 1 เมตร ผู้ป่วยที่เข้ารับการตรวจ PET/CT scan อัตราการแผ่รังสียังมีค่าสูงกว่า $10 \mu\text{Sv/hr}$ ดังรูปที่ 4 (Figure 4)

Table 2 Radiation dose measurement results for each type of nuclear medicine examination, radiopharmaceuticals used, average radioactivity used, and radiation dose rate measured at distances of 0, 0.25, 0.5, 1, and 2 meters

Number	Nuclear Medicine Examination (n)	Radiopharmaceutical	Mean $\pm$ SD of Injected radioactivity (mCi)	Mean $\pm$ SD of radiation dose rate ($\mu\text{Sv/hr}$) at distance 0, 0.25, 0.5, 1 and 2 meters		
				Immediately after injection	During examination	Before going home
1	^{131}I Total body scan Treatment (47)	^{131}I	124.70 ± 59.92	N/A	5.26 ± 10.60	6.16 ± 9.77
					2.73 ± 5.73	2.89 ± 5.51
					0.80 ± 1.56	0.94 ± 1.50
					0.28 ± 0.50	0.29 ± 0.47
					0.10 ± 0.11	0.11 ± 0.06
	^{131}I Total body scan Diagnostic (44)	^{131}I	2.78 ± 0.77	N/A	0.96 ± 2.07	2.07 ± 2.61
					0.43 ± 0.94	0.74 ± 1.15
					0.19 ± 0.38	0.20 ± 0.20
					0.08 ± 0.05	0.11 ± 0.05
					0.06 ± 0.03	0.08 ± 0.03

Table 2 Continued

Number	Nuclear Medicine Examination (n)	Radiopharmaceutical	Mean $\pm$ SD of Injected radioactivity (mCi)	Mean $\pm$ SD of radiation dose rate (μ Sv/hr) at distance 0, 0.25, 0.5, 1 and 2 meters		
				Immediately after injection	During examination	Before going home
2	Bone scan (82)	^{99m}Tc MDP	18.46 ± 4.01	54.82 ± 19.58	8.74 ± 4.88	16.09 ± 7.76
				16.90 ± 7.71	3.88 ± 2.48	6.93 ± 3.77
				7.36 ± 4.42	1.45 ± 1.23	2.79 ± 1.75
				2.76 ± 1.61	0.48 ± 1.33	0.96 ± 0.63
				0.70 ± 0.36	0.13 ± 0.06	0.21 ± 0.13
3	Thyroid scan (32)	$^{99m}\text{TcO}_4^-$	3.84 ± 4.01	10.53 ± 9.89	4.91 ± 4.50	6.41 ± 4.35
				3.09 ± 2.94	1.46 ± 1.42	2.18 ± 1.72
				1.15 ± 1.50	0.38 ± 0.46	0.65 ± 0.60
				0.33 ± 0.53	0.16 ± 0.18	0.19 ± 0.14
				0.14 ± 0.11	0.10 ± 0.03	0.11 ± 0.02
4	PET/CT scan (29)	^{18}F FDG	9.92 ± 2.11	248 ± 84.48	105.23 ± 39.35	100.13 ± 29.93
				77.90 ± 26.61	36.45 ± 22.37	38.42 ± 19.53
				28.22 ± 11.13	17.04 ± 9.06	19.47 ± 15.30
				13.35 ± 4.07	6.52 ± 2.74	8.33 ± 3.91
				5.11 ± 1.91	2.71 ± 1.50	2.73 ± 1.49
5	Myocardial perfusion (26)	^{99m}Tc MIBI	16.05 ± 9.08	35.79 ± 26.57	37.78 ± 31.30	78.83 ± 34.07
				11.57 ± 8.84	14.93 ± 20.86	25.11 ± 14.46
				4.53 ± 3.48	4.14 ± 3.90	10.07 ± 4.49
				1.63 ± 1.68	1.14 ± 1.48	3.24 ± 1.27
				0.40 ± 0.48	0.24 ± 0.34	0.84 ± 0.56
6	Myocardial viability (2)	^{201}Tl	1.90 ± 0.82	3.58 ± 0.16	4.08 ± 3.06	3.78 ± 3.39
				1.18 ± 0.73	0.98 ± 0.28	1.23 ± 0.48
				0.49 ± 0.44	0.26 ± 0.05	0.29 ± 0.13
				0.24 ± 0.14	0.16 ± 0.03	0.15 ± 0.15
				0.12 ± 0.01	0.11 ± 0.01	0.34 ± 0.35
7	Voiding cystogram scan (24)	^{99m}Tc Phytate	1.09 ± 1.03	1.95 ± 1.68	2.34 ± 2.67	0.67 ± 1.28
				0.36 ± 0.41	0.31 ± 0.43	0.17 ± 0.35
				0.16 ± 0.13	0.14 ± 0.06	0.09 ± 0.11
				0.14 ± 0.16	0.10 ± 0.02	0.06 ± 0.05
				0.08 ± 0.02	0.09 ± 0.02	0.05 ± 0.04
8	Parathyroid scan (22)	$^{99m}\text{TcO}_4^-$	3.32 ± 0.36	19.80 ± 13.48	15.37 ± 17.63	48.30 ± 30.94
				6.95 ± 5.58	5.36 ± 4.65	17.09 ± 10.21
		^{99m}Tc MIBI	15.68 ± 0.65	4.60 ± 13.57	1.88 ± 1.90	6.60 ± 3.73
				0.76 ± 0.64	0.70 ± 0.70	2.42 ± 1.46
				0.22 ± 0.17	0.19 ± 0.14	0.61 ± 0.44

Table 2 Continued

Number	Nuclear Medicine Examination (n)	Radiopharmaceutical	Mean $\pm$ SD of Injected radioactivity (mCi)	Mean $\pm$ SD of radiation dose rate (μ Sv/hr) at distance 0, 0.25, 0.5, 1 and 2 meters		
				Immediately after injection	During examination	Before going home
9	Renal scan (20)	^{99m}Tc DTPA ^{99m}Tc MAG3	2.22 ± 2.02	3.14 ± 4.12	2.12 ± 2.48	3.73 ± 3.50
				0.64 ± 0.88	0.49 ± 0.45	1.23 ± 1.53
				0.21 ± 0.20	0.20 ± 0.21	0.37 ± 0.48
				0.11 ± 0.03	0.12 ± 0.09	0.13 ± 0.04
				0.09 ± 0.03	0.09 ± 0.03	0.10 ± 0.03
10	Gastric emptying (13)	^{99m}Tc Phytate	1.06 ± 0.06	1.12 ± 0.62	1.31 ± 0.82	2.03 ± 1.79
				0.19 ± 0.14	0.24 ± 0.15	0.44 ± 0.72
				0.17 ± 0.22	0.12 ± 0.03	0.17 ± 0.19
				0.13 ± 0.17	0.09 ± 0.03	0.10 ± 0.04
				0.11 ± 0.12	0.07 ± 0.02	0.08 ± 0.02
11	Thyroid uptake (11)	I-131	0.09 ± 0.02	1.12 ± 1.10	0.13 ± 0.18	0.07 ± 0.12
				0.23 ± 0.18	0.07 ± 0.09	0.04 ± 0.05
				0.12 ± 0.04	0.07 ± 0.09	0.04 ± 0.03
				0.09 ± 0.02	0.06 ± 0.09	0.03 ± 0.03
				0.07 ± 0.02	0.06 ± 0.09	0.03 ± 0.02
12	Lymphatic scan (9)	^{99m}Tc Dextran ^{99m}Tc Antimony	2.15 ± 0.18	13.52 ± 11.90	4.38 ± 3.03	2.17 ± 2.44
				3.59 ± 3.26	1.46 ± 1.19	0.92 ± 0.96
				0.80 ± 0.67	0.66 ± 0.96	0.14 ± 0.04
				0.21 ± 0.11	0.14 ± 0.06	0.10 ± 0.02
				0.12 ± 0.02	0.09 ± 0.02	0.08 ± 0.02
13	Gallium scan (6)	^{67}Ga	1.55 ± 0.52	6.14 ± 2.04	1.52 ± 1.43	1.62 ± 1.43
				1.69 ± 0.44	0.50 ± 0.80	0.45 ± 0.38
				0.57 ± 0.36	0.19 ± 0.17	0.18 ± 0.12
				0.15 ± 0.03	0.10 ± 0.03	0.11 ± 0.04
				0.11 ± 0.01	0.08 ± 0.02	0.08 ± 0.04
14	Lung scan (5)	$^{99m}\text{TcO}_4^-$ ^{99m}Tc MAA	19.79 ± 6.91	8.41 ± 9.43	6.53 ± 8.23	15.55 ± 7.10
				4.03 ± 5.80	2.71 ± 3.81	3.30 ± 2.35
				1.16 ± 1.56	1.58 ± 2.84	1.36 ± 1.75
				0.27 ± 0.38	0.39 ± 0.87	0.21 ± 0.13
				0.12 ± 0.07	0.10 ± 0.07	0.12 ± 0.04
15	DISIDA scan (4)	^{99m}Tc DISIDA	1.55 ± 2.07	2.36 ± 1.09	2.12 ± 2.98	3.20 ± 5.55
				0.90 ± 0.73	0.44 ± 0.48	1.22 ± 2.20
				0.22 ± 0.09	0.13 ± 0.03	0.43 ± 0.67
				0.13 ± 0.03	0.10 ± 0.02	0.26 ± 0.20
				0.10 ± 0.02	0.08 ± 0.02	0.08 ± 0.04

Table 2 Continued

Number	Nuclear Medicine Examination (n)	Radiopharmaceutical	Mean $\pm$ SD of Injected radioactivity (mCi)	Mean $\pm$ SD of radiation dose rate (μ Sv/hr) at distance 0, 0.25, 0.5, 1 and 2 meters		
				Immediately after injection	During examination	Before going home
16	^{131}I MIBG scan (3)	^{131}I MIBG	0.66 ± 0.29	9.82 ± 2.95	0.90 ± 0.47	1.01 ± 0.51
				2.16 ± 1.39	0.34 ± 0.24	0.17 ± 0.03
				0.62 ± 0.68	0.12 ± 0.04	0.12 ± 0.02
				0.23 ± 0.18	0.09 ± 0.02	0.09 ± 0.01
				0.12 ± 0.05	0.07 ± 0.02	0.07 ± 0.01
17	Vascular scan (2)	$^{99\text{m}}\text{Tc}$ MAA	6.45 ± 0.35	2.49 ± 1.66	0.20 ± 0.19	2.42 ± 1.08
				0.40 ± 0.40	0.12 ± 0.08	0.68 ± 0.39
				0.13 ± 0.05	0.09 ± 0.06	0.29 ± 0.18
				0.10 ± 0.04	0.08 ± 0.04	0.13 ± 0.01
				0.08 ± 0.03	0.07 ± 0.04	0.11 ± 0.01
18	GI bleeding (1)	$^{99\text{m}}\text{Tc}$ RBC	9.71 ± 0.00	6.75 ± 0.00	1.28 ± 0.00	1.08 ± 0.00
				4.44 ± 0.00	0.14 ± 0.00	0.12 ± 0.00
				1.52 ± 0.00	0.11 ± 0.00	0.10 ± 0.00
				0.51 ± 0.00	0.09 ± 0.00	0.08 ± 0.00
				0.13 ± 0.00	0.08 ± 0.00	0.07 ± 0.00
19	Octreotide scan (Hynic-Toc) (1)	$^{99\text{m}}\text{Tc}$ Hynic-Toc	20.00 ± 0.00	38.80 ± 0.00	49.20 ± 0.00	6.74 ± 0.00
				23.10 ± 0.00	7.18 ± 0.00	0.89 ± 0.00
				5.76 ± 0.00	0.75 ± 0.00	0.13 ± 0.00
				4.69 ± 0.00	0.57 ± 0.00	0.09 ± 0.00
				1.78 ± 0.00	0.17 ± 0.00	0.07 ± 0.00
20	Plasma volume (1)	$^{99\text{m}}\text{Tc}$ HSA	0.90 ± 0.00	2.89 ± 0.00	2.42 ± 0.00	2.82 ± 0.00
				0.44 ± 0.00	0.39 ± 0.00	0.26 ± 0.00
				0.11 ± 0.00	0.14 ± 0.00	0.17 ± 0.00
				0.09 ± 0.00	0.08 ± 0.00	0.13 ± 0.00
				0.08 ± 0.00	0.07 ± 0.00	0.10 ± 0.00
21	Protein losing (1)	$^{99\text{m}}\text{Tc}$ HSA	10.40 ± 0.00	10.80 ± 0.00	12.10 ± 0.00	8.40 ± 0.00
				2.87 ± 0.00	4.28 ± 0.00	4.28 ± 0.00
				1.03 ± 0.00	1.62 ± 0.00	1.62 ± 0.00
				0.20 ± 0.00	0.45 ± 0.00	0.45 ± 0.00
				0.13 ± 0.00	0.12 ± 0.00	0.12 ± 0.00

N/A = data not available

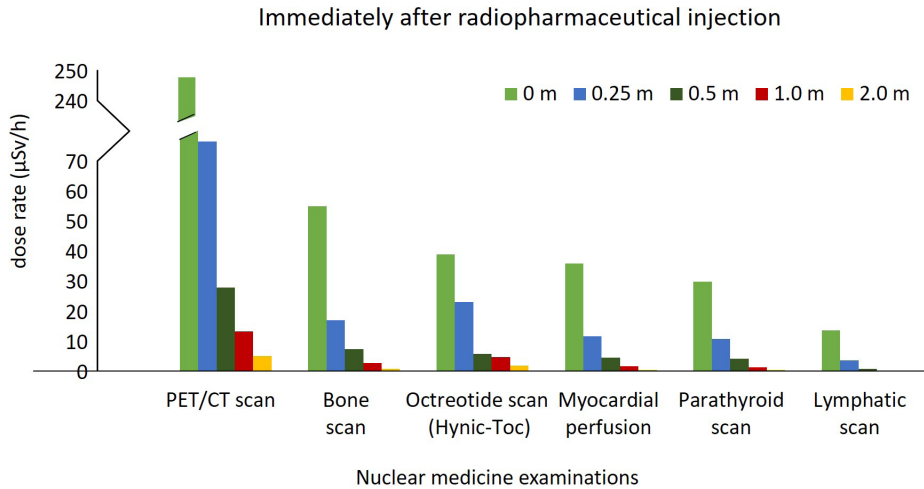


Figure 4 Immediately after receiving radiopharmaceutical radiation, the radiation dose rates at 0 m from patients undergoing six types of nuclear medicine examinations exceeded the radiation exposure limits

อัตราการแผ่รังสีจากผู้ป่วยขณะตรวจพบว่า การตรวจ 5 ประเภท มีค่าอัตราการแผ่รังสีเฉลี่ยที่สูงกว่า 10 $\mu\text{Sv/hr}$ ที่ระยะประชิดผู้ป่วย ได้แก่ การตรวจ PET/CT scan (^{18}F -DG) การตรวจ Octreotide scan ($^{99\text{m}}\text{Tc}$ -Hynic-Toc) การตรวจ Myocardial perfusion ($^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MIBI) การตรวจ Parathyroid scan

($^{99\text{m}}\text{TcO}_4^-$, $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MIBI) การตรวจ Protein losing ($^{99\text{m}}\text{Tc}$ -HSA) ผู้ป่วยที่เข้ารับการตรวจ PET/CT scan มีอัตราการแผ่รังสีสูงที่สุดที่ 105 $\mu\text{Sv/hr}$ ที่ระยะประชิด และอัตราการแผ่รังสีลดลงเรื่อยๆ ตามระยะทางที่เพิ่มขึ้น โดยที่ระยะ 1 เมตร อัตราการแผ่รังสีของทุกการตรวจ มีค่าต่ำกว่า 10 $\mu\text{Sv/hr}$ ดังรูปที่ 5 (Figure 5)

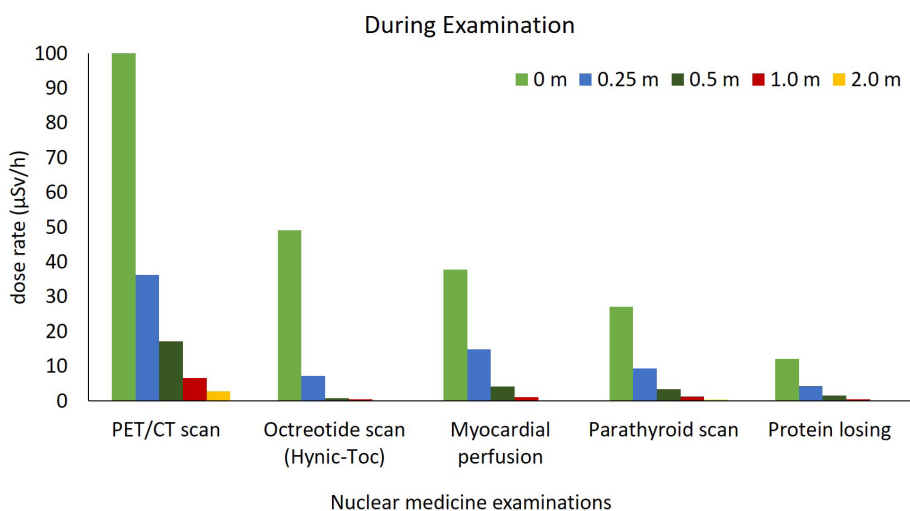


Figure 5 During nuclear medicine examinations, the radiation dose rates at 0 m from patients undergoing five types of nuclear medicine examinations exceeded the radiation exposure limits

อัตราการแผ่รังสีจากผู้ป่วยก่อนกลับบ้าน
พบว่า ที่ระยะ 0 เมตร หรือระยะประชิดผู้ป่วย มีค่าอัตราการแผ่รังสีที่สูงกว่า 10 $\mu\text{Sv/hr}$ โดยการตรวจ Bone scan ($^{99\text{m}}\text{Tc-MDP}$) วัดอัตราการแผ่รังสีเฉลี่ยจากผู้ป่วยได้เท่ากับ 16 $\mu\text{Sv/hr}$ และการตรวจ PET/CT scan ($^{18}\text{F-DG}$) ค่าอัตราการแผ่รังสีเฉลี่ยจากผู้ป่วยเท่ากับ 100 $\mu\text{Sv/hr}$

รายงานค่าปริมาณรังสียังผลสำหรับปริมาณรังสีที่ตัว (effective dose; Hp(10)) ของบุคลากรที่ปฏิบัติงานในหน่วยเวชศาสตร์นิวเคลียร์และทำหน้าที่เก็บข้อมูลในงานวิจัยนี้ในช่วงเดือนกรกฎาคม-กันยายน พ.ศ. 2566 ประกอบด้วยนักรังสีการแพทย์ 1 คน และผู้ช่วยนักรังสีการแพทย์ 4 คน พบว่า มีค่าไม่เกิน 20 มิลลิซีเวิร์ตต่อปี อยู่ในเกณฑ์ปลอดภัยตามรายงานจากสถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ ดังตารางที่ 3 (Table 3)

Table 3 The effective dose (Hp(10), mSv) report for five nuclear medicine staffs who worked during July to September 2023

Number	Position	Effective dose (Hp(10), mSv)		
		July	August	September
1	Radiological technologist	Bg	Bg	Bg
2	Radiology assistant	0.06	0.04	Bg
3	Radiology assistant	Bg	Bg	Bg
4	Radiology assistant	Bg	Bg	Bg
5	Radiology assistant	0.09	Bg	0.05

*Bg = The measured value is less than or equal to the natural radiation dose.

อภิปรายผล

ในการตรวจทางเวชศาสตร์นิวเคลียร์ เช่น การตรวจ PET/CT scan ($^{18}\text{F-DG}$) การตรวจ Bone scan ($^{99\text{m}}\text{Tc-MDP}$) การตรวจ Octreotide scan ($^{99\text{m}}\text{Tc-Hynic-Toc}$) การตรวจ Myocardial perfusion ($^{99\text{m}}\text{Tc-MIBI}$) การตรวจ Parathyroid scan ($^{99\text{m}}\text{Tc-MIBI}$) และการตรวจ Lymphatic scan ($^{99\text{m}}\text{Tc-Dextran}$) หลังจากฉีดสารเภสัชรังสีให้กับผู้ป่วยแล้ว ควรให้ผู้ป่วยอยู่ห้องพักแยกเฉพาะระหว่างรอตรวจ หากมีญาติที่ดูแล ไม่ควรให้อยู่ในบริเวณเดียวกับผู้ป่วย เพื่อป้องกันการได้รับรังสี สำหรับการทำให้ผลการกับผู้ป่วยในระยะห่างน้อยกว่า 0.5 เมตร ผู้ปฏิบัติงานควรวางแผนการปฏิบัติงานเพื่อช่วยลดเวลาการได้รับรังสีจากผู้ป่วยและหลีกเลี่ยงการอยู่ใกล้ชิดกับผู้ป่วย¹² หลังจาก

ที่ผู้ป่วยเข้ารับการตรวจบนเครื่องตรวจ ผู้ปฏิบัติงานควรอยู่ห่างอย่างน้อย 0.5 เมตร โดยปริมาณรังสีจะลดลงเรื่อยๆ ตามระยะทางที่เพิ่มขึ้น² สำหรับการตรวจ PET/CT scan ($^{18}\text{F-DG}$) และการตรวจ Bone scan ($^{99\text{m}}\text{Tc-MDP}$) เมื่อเสร็จสิ้นการตรวจ จำเป็นต้องให้คำแนะนำกับญาติในการดูแลใกล้ชิดผู้ป่วย รวมถึงการย้ายถึงการปฏิบัติตัวของผู้ป่วยหลังจากตรวจโดยเฉพาะ การหลีกเลี่ยงอยู่ใกล้เด็กและหญิงตั้งครรภ์ ในช่วง 24 ชั่วโมงหลังการตรวจ การระงับการแปรงฟันของปัสสาวะ อุจจาระ และการล้างมือให้สะอาด

สำหรับผู้ป่วยที่เข้ารับการตรวจ PET/CT scan จะได้รับการฉีดสารเภสัชรังสี $^{18}\text{F-DG}$ กัมมันตรังสี ซึ่งสารกัมมันตรังสี ^{18}F มีพลังงานสูง ค่าอัตราปริมาณรังสีที่วัดได้ขณะตรวจลดลงประมาณครึ่งหนึ่งหลังจาก

ฉีดสารเภสัชรังสีทันที เนื่องจากครึ่งชีวิตของสารกัมมันตรังสี ^{18}F สั้น คือ 110 นาที และระยะเวลาการคอยหลังจากฉีด ^{18}F -DG ประมาณ 60 นาที ก่อนการตรวจทำให้ค่าอัตราการแผ่รังสีลดลง อย่างไรก็ตาม ในระหว่างช่วงรอตรวจ ผู้ป่วยควรนั่งรอในห้องรอตรวจและแยกกับญาติ เนื่องจากที่ระยะ 1 เมตร ผู้ป่วยที่รอการตรวจ PET/CT scan มีค่าอัตราการแผ่รังสีที่มีค่าสูงกว่าเกณฑ์ปลอดภัย และหากแพทย์ พยาบาล เภสัชกร นักรังสีการแพทย์จำเป็นต้องทำหัตถการหรือใกล้ชิดกับผู้ป่วยควรวางแผนการทำงานเพื่อลดเวลาในการได้รับรังสี¹³

การตรวจ Myocardial perfusion และ Parathyroid scan มีการฉีดสารเภสัชรังสี 2 ครั้ง ผู้ป่วยได้รับสารเภสัชรังสีในปริมาณรังสีสูงขึ้นมากกว่าการฉีดเพียงครั้งเดียว ทำให้อัตราการแผ่รังสีที่วัดได้สูงขึ้น แม้ว่าอัตราการแผ่รังสีจะลดลงเรื่อยๆ ตามระยะทางที่เพิ่มขึ้น ผู้ปฏิบัติงานจำเป็นต้องเพิ่มความระมัดระวังและใช้เวลาในการทำหัตถการกับผู้ป่วยให้น้อยที่สุด เพื่อลดการได้รับปริมาณรังสี ปริมาณรังสีที่ผู้ปฏิบัติงานได้ยังคงไม่เกินค่าขีดจำกัดการได้รับรังสีสำหรับผู้ปฏิบัติงาน ดังนั้น การใช้อุปกรณ์ป้องกันรังสีอาจจะยังไม่จำเป็น⁴

การตรวจ ^{131}I -TBS สำหรับผู้ป่วยที่ได้รับ ^{131}I ค่ากัมมันตรังสีประมาณ 1-5 มิลลิคูรี (mCi) จะนัดมาถ่ายภาพหลังจากรับประทานสารกัมมันตรังสี ^{131}I ไปแล้ว 3 วัน อัตราการแผ่รังสีที่วัดได้ระหว่างการตรวจและก่อนกลับบ้านมีค่าอยู่ในเกณฑ์ปลอดภัย หรือน้อยกว่า 10 $\mu\text{Sv/hr}$ แต่สำหรับผู้ป่วยที่รับประทานสารกัมมันตรังสี ^{131}I ค่ากัมมันตรังสีประมาณ 30-200 mCi เพื่อการรักษาด้วยรังสี จะต้องอยู่ที่โรงพยาบาลจนกว่าอัตราการแผ่รังสีจะไม่เกิน 50 $\mu\text{Sv/hr}$ จึงจะให้ออกจากโรงพยาบาล¹⁴ และนัดมาถ่ายภาพหลังรับประทาน ^{131}I ไปแล้ว 7-10 วัน ทำให้อัตราการแผ่รังสีระหว่างการตรวจมีค่าลดลงและอยู่ในเกณฑ์ปลอดภัยสำหรับผู้ปฏิบัติงาน แม้ว่าค่าปริมาณรังสีที่ผู้ปฏิบัติงานในหน่วยเวชศาสตร์นิวเคลียร์ที่ทำงานกับสารกัมมันตรังสีไอโอดีนจะอยู่ในเกณฑ์ปลอดภัย และ

รายงานวิจัยผลการประเมินการได้รับรังสีของผู้ปฏิบัติงานในหน่วยเวชศาสตร์นิวเคลียร์ที่ทำงานกับสารกัมมันตรังสีไอโอดีนในประเทศโปแลนด์ไม่พบความสัมพันธ์ที่ชัดเจนระหว่างระดับ I-131 ที่วัดได้และความเสี่ยงจากการได้รับรังสี รายงานผลแสดงค่าปริมาณรังสี ^{131}I ในไทรอยด์ มีค่าสูงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับผู้ปฏิบัติงานด้านอื่นๆ ของโรงพยาบาล¹⁵

การวัดอัตราการแผ่รังสีด้านหน้าและด้านข้างส่งผลต่อค่าที่วัดได้ โดยการวัดด้านข้างของผู้ป่วยค่าอัตราการแผ่รังสีจะน้อยกว่าการวัดด้านหน้า ในการวัดปริมาณรังสีขณะตรวจจะวัดด้านข้างเนื่องจากผู้ป่วยนอนหงายบนเตียงตรวจทำให้ปริมาณรังสีที่วัดได้ขณะตรวจจะน้อยกว่าอัตราการแผ่รังสีที่วัดได้ก่อนผู้ป่วยกลับบ้าน

สำหรับการตรวจวินิจฉัยทางเวชศาสตร์นิวเคลียร์ที่ผู้ป่วยเป็นเด็กเล็กต้องมีการดูแลอย่างใกล้ชิด เช่น การตรวจ DISIDA scan วัดค่าอัตราการแผ่รังสีหลังฉีดสารเภสัชรังสีได้ 2.36 $\mu\text{Sv/hr}$ ที่ระยะ 0 เมตร และลดลงตามระยะทางที่เพิ่มขึ้น แม้ว่าค่าอัตราการแผ่รังสีได้มีค่าน้อยและอยู่ในเกณฑ์ปลอดภัย หน่วยงานเวชศาสตร์นิวเคลียร์จะให้คำแนะนำสำหรับผู้ปกครองหรือญาติที่ดูแลผู้ป่วยให้เปลี่ยนผ้าอ้อมทุกครั้ง ที่ผู้ป่วยปัสสาวะ อุจจาระ เพื่อลดปริมาณรังสีให้ผู้ป่วย ผู้ปกครอง และญาติที่ดูแลผู้ป่วย

แม้ว่าการศึกษานี้จะแสดงข้อมูลอัตราการแผ่รังสีที่ค่อนข้างครอบคลุมการตรวจวินิจฉัยทางเวชศาสตร์นิวเคลียร์ แต่ยังมีข้อจำกัดที่ต้องพิจารณาได้แก่ ขนาดตัวอย่างที่ใช้ แม้ว่าจะมีจำนวนมาก แต่อาจไม่ครอบคลุมความแปรผันของอัตราการได้รับรังสีจากทุกกระบวนการตรวจทางเวชศาสตร์นิวเคลียร์และลักษณะประชากรของผู้ป่วยทั้งหมด นอกจากนี้ การออกแบบการศึกษาที่มุ่งเน้นเฉพาะที่การตรวจวินิจฉัยทางเวชศาสตร์นิวเคลียร์ อาจทำให้ผลการศึกษามีขอบเขตจำกัดในการนำไปใช้กับกระบวนการตรวจอื่นๆ นอกจากนี้ ปัจจัยอื่นๆ เช่น สภาพแวดล้อมและความไม่แน่นอนในการเปรียบเทียบอุปกรณ์วัดปริมาณรังสี

อาจทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนในการวัดได้ การศึกษาครั้งต่อไปควรมุ่งเน้นไปที่การตรวจที่หลากหลายมากขึ้น และพิจารณาการติดตามผลในระยะยาวเพื่อประเมินอัตราการได้รับรังสีหลังจากผู้ป่วยกลับบ้านไปแล้ว

สรุปผล

อัตราการแผ่รังสีจากผู้ป่วยในการตรวจวินิจฉัยทางเวชศาสตร์นิวเคลียร์ เมื่อวัดค่าหลังฉีดสารเภสัชรังสีทันทีจะสูงมากกว่าขณะทำการตรวจวินิจฉัยทางเวชศาสตร์นิวเคลียร์ และก่อนกลับบ้าน อัตราการแผ่รังสีจะลดลงตามระยะทางที่เพิ่มมากขึ้น โดยไม่มีการตรวจใดที่มีอัตราการแผ่รังสีจากตัวผู้ป่วยเกิน $50 \mu\text{Sv/hr}$ ที่ระยะ 1 เมตร ผู้ปฏิบัติงานได้รับปริมาณรังสีไม่เกินขีดจำกัดการได้รับรังสี และจำเป็นต้องอาศัยหลักการใช้เวลาในการทำหัตถการหรืออยู่ใกล้กับผู้ป่วยให้น้อยที่สุดและใช้ระยะห่างมากที่สุดเท่าที่จะปฏิบัติงานเพื่อลดอัตราการได้รับรังสี หน่วยงานเวชศาสตร์นิวเคลียร์จำเป็นต้องให้คำแนะนำการปฏิบัติตัวให้แก่ผู้ป่วยก่อนและหลังได้รับสารเภสัชรังสี เพื่อความเข้าใจในการปฏิบัติตัวหลังได้รับสารเภสัชรังสีได้อย่างถูกต้องเหมาะสม เพื่อลดปริมาณรังสีที่ได้รับให้กับตัวเองและผู้อื่น รวมถึงการจัดทำแนวทางการดูแลผู้ป่วยให้กับญาติที่ดูแลผู้ป่วยหลังการตรวจทางเวชศาสตร์นิวเคลียร์ เพื่อให้มีความเข้าใจและปฏิบัติตัวได้ถูกต้องเพื่อลดอันตรายจากการได้รับรังสี

เอกสารอ้างอิง

1. International Commission on Radiological Protection. ICRP Statement on Tissue Reactions / Early and Late Effects of Radiation in Normal Tissues and Organs – Threshold Doses for Tissue Reactions in a Radiation Protection Context. ICRP Publication 118 Ann ICRP 41(1/2). 2012.
2. Wisetnan C, Awikunprasert P, Kaewsombat T, et al. Radiation emitted from patients undergoing nuclear medicine examination at Udonthani Cancer Hospital. J Assoc Med Sci 2021;54:73-7.
3. Willegaignon J, Fernandes SCP, Pelissoni RA, et al. Radiation safety measures in diagnostic nuclear medicine, based on the potential radiation dose emitted by radioactive patients. Radiol Bras 2023;56: 13-20.
4. Gomez-Palacios M, Terrón JA, Domínguez P, et al. Radiation doses in the surroundings of patients undergoing nuclear medicine diagnostic studies. Health Phys 2005;89: S27-34.
5. Matusiak K, Wolna J, Jung A, et al. Impact of the Frequency and Type of Procedures Performed in Nuclear Medicine Units on the Expected Radiological Hazard. Int J Environ Res Public Health 2023;20.
6. Bayram T, Yilmaz AH, Demir M, et al. Radiation dose to technologists per nuclear medicine examination and estimation of annual dose. J Nucl Med Technol 2011;39:55-9.
7. Nassef MH, Kinsara AA. Occupational Radiation Dose for Medical Workers at a University Hospital. JTUSCI 2017;11:1259-66.
8. Díaz Barreto M, López Bejerano GM, Varela Corona C, et al. On the safety of persons accompanying nuclear medicine patients. Radiat Prot Dosimetry 2012;152:313-6.

9. Elshami W, Erdemir RU, Abuzaid MM, et al. Occupational radiation dose assessment for nuclear medicine workers in Turkey: A comprehensive investigation. *J King Saud Univ Sci* 2022;34:102005.
10. Poonak K, Uaratanawong S. Radiation dose to nurses per nuclear medicine examination. *TJRT* 2018;43:44-7. [in Thai]
11. Pavičar B, Davidović J, Petrović B, et al. Nuclear medicine staff exposure to ionising radiation in (18)F-FDG PET/CT practice: A preliminary retrospective study. *Arh Hig Rada Toksikol* 2021;72:216-24.
12. Buapoon P. Nurses care for thyroid cancer patients receiving high doses of radioiodine-131. *JOSR* 2015;2:110-22.
13. Takahashi Y, Hosokawa S, Tsujiguchi T, et al. Time-related study on external exposure dose of 2-deoxy-2-[F-18]fluoro-D-glucose PET for workers' safety. *Radiol Phys Technol* 2020;13:98-103.
14. Kheruka SC, Shankar N, Ora M, et al. Do Current Radiation Safety Guidelines allow the Safe Release of a Thyroid Cancer Patient after High-dose Radioiodine Therapy? An Indian Perspective. *Indian J Nucl Med* 2021;36:148-52.
15. Krajewska G, Krajewski P. Evaluation of internal exposure of nuclear medicine staff working with radioiodine in Poland. *Int J Occup Med Environ Health* 2023;36: 587-95.