การวัดปริมาณรังสีที่รังสีแพทย์ได้รับจากการทำหัตถการด้วยการให้ยาเคมีบำบัดทางหลอดเลือดแดงในการรักษามะเร็งตับ (TACE) ด้วยอุปกรณ์วัดปริมาณรังสีชนิดโอเอสแอล

กาญจนา แก้วมะโรง[1] นิตินาถ ทีบำรุง[1] ปนัสดา อวิคุณประเสริฐ[1]
สิริกาญจน์ กิตติโชติวรัตน์[2] ต่อพงศ์ คล้ายมนต์[3] ธนพล เดชวิริยะกิจ[4]
[1]ภาควิชารังสีเทคนิค คณะแพทยศาสตร์วชิรพยาบาล มหาวิทยาลัยนวมินทราธิราช
[2]สำนักงานผู้อำนวยการ คณะแพทยศาสตร์วชิรพยาบาล มหาวิทยาลัยนวมินทราธิราช
[3]ภาควิชารังสีวิทยา คณะแพทยศาสตร์วชิรพยาบาล มหาวิทยาลัยนวมินทราธิราช
[4]กลุ่มมาตรฐานการวัดทางนิวเคลียร์และรังสี สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

Received: January 16, 2023
Revised: February 9, 2023
Accepted: April 4, 2023

บทคัดย่อ

การทราบค่าปริมาณรังสีที่รังสีแพทย์ได้รับขณะทำหัตถการด้วยการให้ยาเคมีบำบัดทางหลอดเลือดแดงในการรักษาผู้ป่วยมะเร็งตับ (TACE) จะช่วยเป็นแนวทางในการป้องกันความเสี่ยงของแพทย์ในอนาคต การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจวัดปริมาณรังสีที่เลนส์ตา ไทรอยด์ และมือของรังสีแพทย์ขณะทำหัตถการ TACE และเพื่อประเมินความเสี่ยงและศึกษาปัจจัยที่ส่งต่อปริมาณรังสีที่แพทย์ได้รับขณะทำหัตถการ TACE อาสามัครเป็นรังสีแพทย์ 2 คน เก็บข้อมูลจากการทำหัตถการ TACE ในผู้ป่วย 16 คน โดยอุปกรณ์วัดปริมาณรังสีโอเอสแอลชนิดนาโนดอทจะถูกนำไปติดที่กึ่งกลางด้านนอกของอุปกรณ์ป้องกันรังสีที่ไทรอยด์ ด้านนอกแว่นตาตะกั่วทั้งสองข้าง และที่ข้อมือทั้งสองข้างของรังสีแพทย์ เพื่อวัดปริมาณรังสีที่รังสีแพทย์ได้รับจากการทำหัตถการ TACE ผลการศึกษาพบว่าเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการทำหัตถการเท่ากับ 70.8 นาที เวลาเฉลี่ยของการใช้เอกซเรย์ฟลูออโรสโคปีเท่ากับ 19.1 นาที กรณีที่ไม่ใช้อุปกรณ์ป้องกันรังสี รังสีแพทย์ได้รับปริมาณรังสีเฉลี่ยที่ต่อมไทรอยด์ ตาซ้าย ตาขวา มือซ้าย และมือขวาเท่ากับ 21.8, 56.1, 6.4, 99.5 และ 15.6 μSv ตามลำดับ จำนวนหัตถการสูงสุดที่สามารถทำได้ 29 รายต่อเดือน ขณะที่การใช้อุปกรณ์ป้องกันรังสีจะช่วยลดปริมาณเฉลี่ยที่ต่อมไทรอยด์ ตาซ้าย และตาขวา ได้เท่ากับ 4.1, 13.1 และ 1.2 μSv ตามลำดับ และสามารถทำหัตถการได้สูงสุด 128 รายต่อเดือน สรุปค่าปริมาณรังสีที่รังสีแพทย์ได้รับขณะทำหัตถการ TACE อยู่ในปริมาณที่ปลอดภัยภายใต้ขีดจำกัดการได้รับรังสี การใช้อุปกรณ์ป้องกันรังสีมีความสำคัญและจำเป็นต่อการช่วยลดอันตรายจากรังสี ผู้ปฏิบัติงานทางรังสีควรหลีกเลี่ยงการได้รับรังสีเมื่อใช้เทคนิคที่ให้ค่าปริมาณรังสีที่สูง

คำสำคัญ: การให้ยาเคมีบำบัดทางหลอดเลือดแดง ปริมาณรังสีจากการทำงาน อุปกรณ์วัดปริมาณรังสี โอเอสแอล

ผู้นิพนธ์ประสานงาน:
ปนัสดา อวิคุณประเสริฐ
ภาควิชารังสีเทคนิค คณะแพทยศาสตร์วชิรพยาบาล มหาวิทยาลัยนวมินทราธิราช
ถนนสามเสน แขวงวชิรพยาบาล เขตดุสิต กรุงเทพฯ 10300
อีเมล: panatsada@nmu.ac.th

Measurement of radiation dose by a radiologist from Transarterial Chemoembolization (TACE) intervention with optically stimulated luminescence

Kanchana Kaewmarong[1], Nitinard Teebumrung[1], Panatsada Awikunprasert[1], Sirikarn Kittichotwarat[2], Torpong Claimon[3], Tanapol Dachviriyakij[4]

[1]Department of Radiological Technology, Faculty of Medicine Vajira Hospital, Navamindradhiraj University

[2]Office of the Hospital Director, Faculty of Medicine Vajira Hospital, Navamindradhiraj University

[3]Department of Radiology, Faculty of Medicine Vajira Hospital, Navamindradhiraj University

[4]Ionising Radiation Metrology Group, Office of Atoms for Peace Bangkok, Thailand

Abstract

The radiation dose received by radiologists during the transarterial chemoembolization (TACE) intervention procedure for the treatment of liver cancer patients and to help prevent future radiation risks for the radiologists. The purpose of this study was to measure the radiation dose at the lens, thyroid, and hand of radiologists during the TACE procedure. The risk and factors affecting radiation dose received by radiologists during TACE procedures were also evaluated. The data were from two radiologists performing TACE procedure with 16 patients. OSL nanoDots dosimeter were attached to outer center of thyroid shield, outside the lead glasses on both sides, and on both wrists of the radiologist to measure the radiation dose during TACE interventional radiology. The results showed that the mean time spent on TACE procedure was 70.8 minutes, the mean of X-ray fluoroscopy time was 19.1 minutes. Without using radiation protective equipment, radiologists received the average radiation doses to thyroid, left eye, right eye, left hand, and right hand were 21.8, 56.1, 6.4, 99.5, and 15.6 μSv, respectively. The maximum TACE cases that can be performed is 29 per month. While using the radiation protection equipment will reduce the doses to thyroid, left eye and right eye to 4.1, 13.1 and 1.2 μSv respectively, and a maximum of 128 procedures could be performed per month. In summary, the radiation dose received by the radiologist during the TACE procedure is within the radiation safety limit. The use of radiation protective equipment is important and necessary to reduce radiation hazards. Radiation workers should avoid radiation exposure when using high radiation doses and techniques.

Keywords: Transarterial chemoembolization, occupational dose, radiation dosimeter, optically stimulated luminescence

Corresponding Author:

Panatsada Awikunprasert

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

Samsen Road, Wachiraphayaban, Dusit, Bangkok 10300, Thailand

E-mail: panatsada@nmu.ac.th

บทนำ

รังสีร่วมรักษา (intervention radiology) คือ การตรวจวินิจฉัยหรือการรักษาโดยใช้เครื่องมือสร้างภาพทางรังสีวินิจฉัย เช่น เครื่องเอกซเรย์ฟลูออโรสโคปี เครื่องเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ เครื่องตรวจด้วยคลื่นเสียงความถี่สูง เป็นต้น เพื่อช่วยให้เห็นพยาธิสภาพในร่างกาย และสามารถนำเครื่องมือที่มีขนาดเล็ก เช่น สายสวน (catheter) เข็ม (needle) ลวดนำทาง (guide wire) อุปกรณ์อื่นๆ เข้าไปในร่างกายเพื่อช่วยตรวจวินิจฉัยและการรักษา หัตถการรังสีร่วมรักษา นิยมทำในการตรวจวินิจฉัยหลอดเลือด (angiography หรือ venography) การถ่างขยายและอุดเส้นเลือด (angioplasty และ embolization) การใส่สายสวนในการระบายน้ำดี (percutaneous transhepatic biliary drainage; PTBD) การให้เคมีบำบัดทางหลอดเลือดแดง (trans-arterial chemoembolization; TACE) ข้อดีของการใช้รังสีร่วมรักษา คือ ขนาดของแผลเล็กลง ความเสี่ยงต่อการเกิดภาวะแทรกซ้อนอื่นๆ ลดลง เมื่อเทียบกับวิธีการผ่าตัด ผู้ป่วยสามารถฟื้นตัวได้อย่างรวดเร็ว อย่างไรก็ตาม ในการรักษาหรือการตรวจวินิจฉัยจำเป็นต้องใช้เครื่องมือที่อาศัยรังสีเอกซ์ ซึ่งเป็นรังสีก่อไอออน มีคุณสมบัติทำให้อะตอมของตัวกลางแตกตัวเป็นไอออนเมื่อเคลื่อนผ่านตัวกลางหรือร่างกาย อาจก่อให้เกิดอันตรายจากรังสี ทั้งแบบ stochastic effect (หรือ low dose effect และไม่มี threshold level) โดยผลที่เกิดขึ้นจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณรังสีที่ได้รับ เมื่อปริมาณรังสีสะสมในร่างกายเป็นระยะเวลานานๆ อาจส่งผลต่อร่างกายในระยะยาว เช่น กระจกตาอักเสบ ต้อกระจก[1] การเกิดมะเร็ง ผลของรังสีแบบ deterministic effect (หรือ high dose effect และมี threshold level) เช่น อาเจียน ผื่นแดง ดังนั้น คณะกรรมาธิการระหว่างประเทศด้านการป้องกันรังสี (The International Commission on Radiological Protection; ICRP) กำหนดปริมาณรังสีสำหรับผู้ที่ปฏิบัติงานทางรังสีสามารถรับได้ (occupational dose limit) เพื่อป้องกันอันตรายจากรังสีที่มีผลต่อร่างกายให้น้อยลง โดยปริมาณรังสียังผล (effective dose) ต่อปีโดยเฉลี่ย 20 mSv/ปี ตลอดทั่วร่างกาย แต่ละปีรับรังสีได้ไม่เกิน 50 mSv และตลอดช่วง 5 ปีติดต่อกันจะต้องได้รับรังสีไม่เกิน 100 mSv ปริมาณรังสีสมมูล (equivalent dose) สำหรับเลนส์ตา ต้องมีค่าเฉลี่ยไม่เกิน 20 mSv/ปี แต่ละปีรับรังสีได้ไม่เกิน 50 mSv และสำหรับผิวหนัง มือ และเท้า ปริมาณรังสีต้องไม่เกิน 500 mSv/ปี[2]

จากรายงานของ Globocan องค์การอนามัยโลก พบว่าในปี 2563 ประเทศไทยมีจำนวนผู้ป่วยโรคมะเร็งรายใหม่ทั้งหมด 190,636 รายและมีผู้เสียชีวิตจากมะเร็งกว่า 120,000 ราย ซึ่งโรคมะเร็งตับมีอุบัติการณ์ร้อยละ 14.4 และอัตราการเสียชีวิต ร้อยละ 21.4 สูงที่สุดในมะเร็งทุกชนิดในประเทศไทย[3] การรักษาโรคมะเร็งตับนั้นมีหลายวิธี หนึ่งในนั้น คือ การทำหัตถการด้วยการให้เคมีบำบัดทางหลอดเลือดแดง (Transarterial Chemoembolization; TACE) เป็นการตรวจเอกซเรย์ฟลูออโรสโคปีที่ใช้รังสีเอกซ์เพื่อให้เห็นภาพอวัยวะภายในร่างกายที่เป็นภาพขณะนั้น ร่วมกับการรักษามะเร็งตับโดยการให้เคมีบำบัดผ่านหลอดเลือดแดง โดยการนำสายสวนเข้าไปในหลอดเลือดแดงที่เลี้ยงก้อนมะเร็งตับ จากนั้นให้ยาเคมีบำบัดเข้าไปแล้วทำการอุดหลอดเลือดนั้นเพื่อไม่ให้มีเลือดไปเลี้ยงก้อนมะเร็ง แต่ละขั้นตอนในการทำหัตถการจำเป็นต้องใช้รังสีเอกซ์จากเครื่องฟลูออโรสโคปี เพื่อให้สามารถเห็นพยาธิสภาพในร่างกายผู้ป่วย ผู้ที่เข้าทำหัตถการประกอบด้วย รังสีแพทย์ พยาบาล และนักรังสีการแพทย์ ผู้ปฏิบัติงานเหล่านี้มีโอกาสได้รับอันตรายจากรังสีเอกซ์จากการทำหัตถการ รังสีแพทย์เป็นผู้ปฏิบัติงานที่ได้รับปริมาณรังสีมากที่สุด ซึ่งได้รับปริมาณรังสีมากกว่าพยาบาลและนักรังสีเทคนิค[4] ซึ่งรังสีแพทย์ที่ทำหัตถการมีโอกาสได้รับรังสีเอ็กซ์มากขึ้นจากการทำหัตถการที่มากขึ้นโดยเฉพาะที่บริเวณมือ[5,6] และเลนส์ตา ไทรอยด์ ขา[7] จำเป็นต้องป้องกันอันตรายจากรังสีในระหว่างทำหัตถการรังสีร่วมรักษา[8] รวมถึงการวัดปริมาณรังสีเอ็กซ์ที่เลนส์ตา ไทรอยด์ แขนและขาของรังสีแพทย์ได้รับ

ขณะทำหัตถการโดยตรงโดยการติดอุปกรณ์วัดปริมาณรังสีชนิดต่างๆ เช่น ทีแอลดี (Thermoluminescent dosimeter; TLD) โอเอสแอล (optically stimulated luminescence; OSL) อุปกรณ์วัดปริมาณรังสีแบบอิเล็กทรอนิกส์ (electronics dosemeter)[9,10] เพื่อประเมินการได้รับรังสีจากการทำหัตถการรังสีร่วมรักษา

อุปกรณ์วัดปริมาณรังสีโอเอสแอลชนิด nanoDot™ มีขนาดเล็ก 10 มม. x 10 มม. หนา 2 มม. ไร้สาย ไม่ต้องใช้ไฟฟ้า อ่านค่าซ้ำได้ สามารถติดที่ผิวหนังได้หลายตำแหน่งและแสดงค่าปริมาณรังสีที่ตำแหน่งของอวัยวะโดยตรง สามารถวัดรังสีพลังงานช่วง 5 keV – 20 MeV ครอบคลุมค่าพลังงานของรังสีเอกซ์จากเครื่องฟลูออโรสโคปีทั้งรังสีโดยตรงจากหลอดเอกซเรย์และรังสีกระเจิงที่มีปริมาณน้อยๆ โดยโอเอสแอลชนิด nanoDot™ สามารถวัดค่าปริมาณรังสีต่ำสุดได้เท่ากับ 50 ไมโครเกรย์[11] สามารถนำไปใช้เพื่อตรวจวัดค่าปริมาณรังสีที่รังสีแพทย์หรือแพทย์ผู้ทำหัตถการรังสีร่วมรักษาได้รับ เพื่อประเมินอันตรายจากการได้รับรังสีของผู้ปฏิบัติงาน รวมถึงติดตามการได้รับรังสีระยะยาว

วัตถุประสงค์

1. เพื่อตรวจวัดปริมาณรังสีที่มือ เลนส์ตา ไทรอยด์ ที่รังสีแพทย์ได้รับจากการทำหัตถการ TACE
2. เพื่อประเมินปริมาณรังสีที่รังสีแพทย์ได้จากการทำหัตถการ TACE

วิธีการศึกษา

งานวิจัยนี้ได้ผ่านการรับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัย คณะแพทยศาสตร์วชิรพยาบาล มหาวิทยาลัยนวมินทราธิราช เลขที่ COA 009/2565 ข้อมูลปริมาณรังสีมาจากรังสีแพทย์จำนวน 2 คน ที่เข้าทำหัตถการ TACE ในผู้ป่วยทั้งหมด 16 คน โดยใช้อุปกรณ์วัดปริมาณรังสีชนิด OSL ชนิด nanoDot™ ติดที่ขาแว่นตาตะกั่วทั้งสองข้างเพื่อเป็นตัวแทนค่าปริมาณรังสีที่เลนส์ตาทั้งสองข้าง และติดที่ด้านนอกของปลอกคอตะกั่วป้องกันรังสีที่ไทรอยด์ (thyroid shield) เพื่อเป็นตัวแทนของรังสีบริเวณไทรอยด์ในกรณีที่ไม่ใส่อุปกรณ์ป้องกันรังสี และติดนาโนดอทที่สายรัดข้อมือแล้วนำไปสวมที่ข้อมือทั้งสองข้างของรังสีแพทย์ เพื่อเป็นตัวแทนในการวัดปริมาณรังสีที่มือเมื่อไม่ใช้อุปกรณ์ป้องกันรังสี รูปที่ 1 (Figure 1)

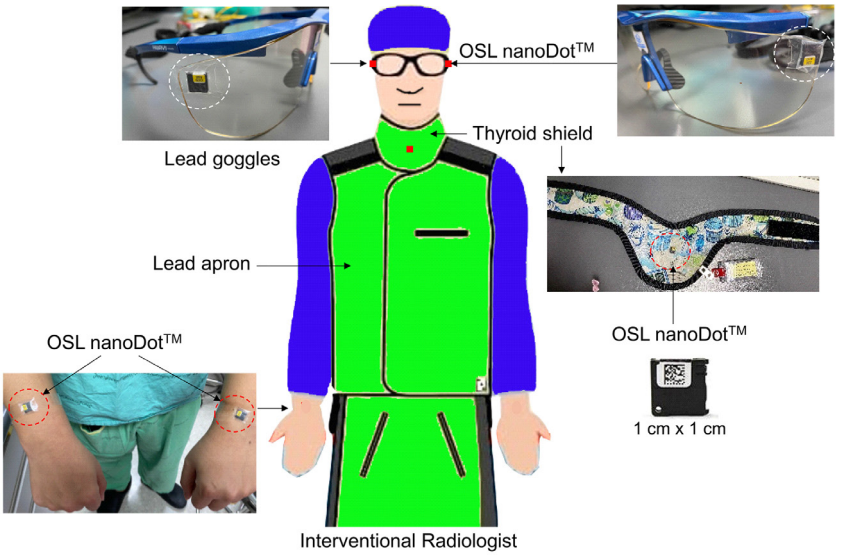

Figure 1 The location of the nanodot OSL to measure the radiation dose during the TACE procedure.

หลังจากเสร็จสิ้นหัตถการในผู้ป่วยแต่ละราย นาโนดอท จำนวน 2 แผ่น ที่เก็บแยกในบริเวณที่ไม่มีรังสี เพื่อใช้เป็นค่าปริมาณรังสีพื้นหลัง (radiation background) และนาโนดอทที่ติดกับรังสีแพทย์จะถูกบรรจุในกล่องทึบป้องกันแสง เพื่อนำไปอ่านค่าด้วยเครื่องอ่านค่าปริมาณรังสี microStar® Dosimetry Reader ณ สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ และเมื่อรังสีแพทย์ทำหัตถการครั้งถัดไป ก็จะใช้นาโนดอทชุดใหม่ติดที่ตำแหน่งต่างๆ จนได้จำนวนผู้ป่วยครบ 16 คน

การคำนวณค่าปริมาณรังสีที่รังสีแพทย์ได้รับ

ค่าปริมาณรังสีที่รังสีแพทย์ได้รับที่ตำแหน่งต่างๆ ที่อุปกรณ์นาโนดอท คำนวณจาก สมการที่ 1

ค่าปริมาณรังสี = ค่าที่อ่านได้ - (ค่าที่เหลือในแผ่น + ค่าปริมาณรังสีพื้นหลัง) ... (1)

กรณีที่แพทย์มีการสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันรังสี ค่าปริมาณรังสีที่รังสีแพทย์ได้รับ คำนวณจากสมการที่ 2

$$D = D_0 e^{-(\mu/\rho)\rho x} \ldots (2)$$

เมื่อ D คือ ค่าปริมาณรังสีเมื่อใช้อุปกรณ์ป้องกันรังสี (μSv)

D_0 คือ ค่าปริมาณรังสีเมื่อไม่สวมใส่อุปกรณ์ป้องกันรังสี (μSv)

μ/ρ คือ ค่าสัมประสิทธิ์การลดทอนเชิงมวลต่อความหนาแน่นของตะกั่ว (cm^2/g)

ρx คือ ค่าความหนาแน่นของตะกั่ว (g/cm^3) = 11.35 g/cm^3 ที่ความหนา x (cm) โดยในการศึกษานี้ใช้ปลอกคอตะกั่วป้องกันรังสีที่ไทรอยด์ ยี่ห้อ BT Medical และยี่ห้อ bar-ray มีความหนาเทียบเท่าตะกั่ว 0.50 mmPb และแว่นตาตะกั่วยี่ห้อ HWAYI มีความหนาเทียบเท่าตะกั่ว 0.07 mmPb

เนื่องจากค่าสัมประสิทธิ์การลดทอนเชิงมวลต่อความหนาแน่นของตะกั่ว (cm^2/g) ขึ้นกับค่าพลังงานของรังสีเอกซ์ เนื่องจากในการตรวจด้วยเทคนิคฟลูออโรสโคปี ค่าพลังงานของรังสีเอกซ์ที่ปล่อยออกมาขึ้นกับความหนาของบริเวณที่ตรวจ ในการศึกษานี้ใช้ค่าเฉลี่ยค่าศักย์ไฟฟ้าที่หลอดเอกซเรย์ที่ 80 kV โดยค่า kV นี้จะถูกนำไปแปลงเป็นค่าพลังงาน โดยอ้างอิงงานวิจัยของ Hamann ที่ศึกษาการจำลองสเปคตรัมของรังสีเอกซ์ 80 kV เมื่อใช้เป้าทังสเตน แผ่นกรองอลูมิเนียม 0.7 mm. ระยะ SID เท่ากับ 30 cm. โดยตำแหน่งที่ให้ค่าสัญญาณสูงสุดมีค่าพลังงานของรังสีเอกซ์เท่ากับ 28.2 keV[12] จากนั้นค่าพลังงานนี้จะถูกนำไปคำนวณเพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์การลดทอนเชิงมวลต่อความหนาแน่นของตะกั่ว โดยใช้โปรแกรม NISTX Calculator[13] โดยใส่ข้อมูล Number of element/compounds = 1, Element/compound #1 = 82-Lead และ Photon energy (Mev) = 0.0282 MeV จะได้ค่า μ/ρ ของตะกั่ว = 35.5713 cm^2/g

ผลการศึกษา

การทำหัตถการ TACE ในผู้ป่วยจำนวน 16 คน (ผู้ชาย 14 คน ผู้หญิง 2 คน) อายุเฉลี่ยเท่ากับ 61 ปี ค่า BMI เฉลี่ยของผู้ป่วยเท่ากับ 23.8 น้ำหนักของผู้ป่วยเฉลี่ยเท่ากับ 64.5 กิโลกรัม เวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการทำหัตถการ TACE เท่ากับ 70.8 นาที เวลาเฉลี่ยที่มีการปล่อยรังสีเอกซ์เมื่อใช้ฟลูออโรสโคปี (fluoroscopy time) เท่ากับ 19.1 นาที ค่าผลคูณปริมาณรังสีกับพื้นที่ (dose area product; DAP) เฉลี่ยเท่ากับ 136,257 mGy/cm^2 ค่าต่ำสุด-สูงสุด แสดงในตารางที่ 1 (Table 1)

Table 1 TACE procedure information (n=16)

	Total TACE procedure time (min)	Fluoroscopy Time (min)	DAP (mGy/cm^2)	Patient BMI	Patient Weight (kg)
mean	70.8	19.1	136,257	23.8	64.5
SD	±19.9	±11.0	±86,448	±5.0	±12.3
min - max	25 - 105	3.3 - 40.5	23,821 - 303,552	17.2 - 36.2	40 - 88

ปริมาณรังสีที่รังสีแพทย์ได้รับ

ปริมาณรังสีที่อวัยวะต่างๆ ของรังสีแพทย์ที่ได้รับจากการทำหัตถการ TACE พบว่า มือซ้ายได้รับปริมาณรังสีเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 99.5 µSv ค่าสูงสุดที่ 359.9 µSv รองลงมาคือตาซ้ายได้รับปริมาณรังสีเฉลี่ยเท่ากับ 56.1 µSv ค่าสูงสุดที่ 268.5 µSv ตำแหน่งอวัยวะที่อยู่ด้านขวาได้รับปริมาณรังสีน้อยกว่าด้านซ้าย โดยตาขวาได้รับปริมาณรังสีเท่ากับ 6.4 µSv และมือขวาได้รับปริมาณรังสีเฉลี่ย 15.6 µSv

เมื่อนำค่าปริมาณรังสีที่วัดได้จากอุปกรณ์วัดปริมาณรังสี OSL nanodot มาคำนวณค่าปริมาณรังสีกรณีที่รังสีแพทย์สวมใส่อุปกรณ์ป้องกันรังสี พบว่าปริมาณรังสีที่ตำแหน่งต่างๆ มีค่าลดลงประมาณ 5 เท่าเมื่อเทียบกับการไม่สวมใส่อุปกรณ์ป้องกันรังสี ตารางที่ 2 (Table 2)

เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของการได้รับปริมาณรังสีของรังสีแพทย์กับปัจจัยอื่นๆ เช่น เวลาทั้งหมดที่ใช้ในการทำหัตถการ เวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการถ่ายภาพด้วยเทคนิคฟลูออโรสโคปี ค่า BMI และน้ำหนักของผู้ป่วยกับปริมาณรังสีที่รังสีแพทย์ได้รับจากการทำหัตถการ TACE ผลการศึกษานี้ พบว่า ปัจจัยดังกล่าวไม่มีความสัมพันธ์ต่อการได้รับปริมาณรังสีของรังสีแพทย์ที่ทำหัตถการ TACE

Table 2 Radiation dose at different organs of radiologist during TACE procedure

Organs	The measurement of radiation dose without using radiation protective equipment (µSv)		The calculation of radiation dose using radiation protective equipment (µSv)
	mean ± SD	min - max	
Thyroid	21.8 ± 25.1	0* - 91.4	4.1
Left eye	56.1 ± 63.9	7 - 268.5	13
Right eye	6.4 ± 7.9	0* - 33.6	1.2
Left hand	99.5 ± 78.7	22.6 - 359.9	-
Right hand	15.6 ± 16.1	1 - 66.9	-

*Reported as 0 because the measured value is negative, meaning the measured value is less than the background radiation dose.

เมื่อนำค่าปริมาณรังสีที่ได้ไปคำนวณหาจำนวนหัตถการสูงสุดที่รังสีแพทย์สามารถทำได้ต่อเดือน โดยเปรียบเทียบกับค่าขีดจำกัดการได้รับปริมาณรังสีของผู้ปฏิบัติงาน[2] พบว่า กรณีที่รังสีแพทย์สวมใส่อุปกรณ์ป้องกันรังสี ได้แก่ ปลอกคอตะกั่วป้องกันรังสีที่ไทรอยด์ เสื้อตะกั่ว และแว่นตาตะกั่ว รังสีแพทย์สามารถทำหัตถการ TACE ได้สูงสุด 128 รายต่อเดือน โดยปริมาณรังสีที่ไทรอยด์ ตา มือ มีค่าไม่เกินขีดจำกัดการได้รับรังสี ดังตารางที่ 3 (Table 3)

Table 3 Maximum number of TACE procedures that a radiologist can perform per month without exceeding the radiation exposure limit

	Without using the radiation protection		Using the radiation protection	
	Mean equivalent dose (μSv)	Number of TACE procedures per month	Mean equivalent dose (μSv)	Number of TACE procedures per month
Thyroid	21.8	1,148	4.1	6,110
Left eye	56.1	29	13	128
Right eye	6.4	259	1.2	1,365
Left hand	99.5	418	-	-
Right hand	15.6	2,667	-	-

อภิปรายผล

การศึกษานี้ได้ทำการวัดปริมาณรังสีที่รังสีบริเวณตา มือ ไทรอยด์ของรังสีแพทย์ ขณะทำหัตถการ TACE พบว่า ปริมาณรังสีที่วัดได้ เมื่อไม่สวมใส่อุปกรณ์ป้องกันรังสี ที่บริเวณมือซ้าย มีค่ามากที่สุด รองลงมาเป็นตาซ้าย สอดคล้องกับงานวิจัยอื่นๆ[14,15] โดยอวัยวะทางด้านซ้าย ตาและมือ มีค่าปริมาณรังสีสูงกว่าด้านขวา เนื่องจากขณะทำหัตถการ หลอดเอกซเรย์จะอยู่ทางด้านซ้ายของรังสีแพทย์ และปริมาณรังสีที่มือมีค่าสูงกว่าที่ตา เนื่องจากมือของรังสีแพทย์อยู่ใกล้ต่อหลอดเอกซเรย์มากกว่าตา และในการทำหัตถการมีโอกาสได้รับลำรังสีจากหลอดเอกซเรย์โดยตรง (primary beam) รวมถึงรังสีกระเจิงจากผู้ป่วย การใช้อุปกรณ์ป้องกันรังสีที่มืออาจทำให้รังสีแพทย์ปฏิบัติงานไม่ถนัด และในการทำหัตถการ TACE ก็ยังไม่มีการนำอุปกรณ์ป้องกันรังสีมาใช้ป้องกันที่มือของรังสีแพทย์ อย่างไรก็ตาม มีรายงานการนำผ้าหรือแผ่นป้องกันรังสีที่ไม่มีส่วนผสมของตะกั่ว แต่เป็นการใช้บิสมัทและแบเรียม และสามารถนำไปทำให้ปลอดเชื้อได้ วางบนตัวผู้ป่วยใกล้กับตำแหน่งที่รังสีแพทย์ใส่สายสวน สามารถช่วยลดปริมาณรังสีที่รังสีแพทย์ได้รับถึง 39%[16] และการใช้อุปกรณ์ป้องกันรังสีอื่นๆ ขณะทำหัตถการจะช่วยลดปริมาณรังสีที่ไทรอยด์ และเลนส์ตาได้ 5 เท่า[17]

นอกจากนี้ จำนวนการทำหัตถการที่เพิ่มขึ้นและความซับซ้อนของรอยโรค เป็นปัจจัยที่ทำให้รังสีแพทย์ได้รับปริมาณรังสีเพิ่มขึ้น ปัจจัยอื่นๆ ที่มีผลต่อปริมาณรังสีที่ผู้ปฏิบัติงานได้รับ ได้แก่ เวลาที่ปล่อยรังสี (fluoroscopy time) จำนวนภาพถ่ายฟลูออโรสโคปี ปริมาณแอร์เคอร์มาของการถ่ายภาพทางรังสี ความสูงของผู้ปฏิบัติงาน[18] การใช้อุปกรณ์ป้องกันรังสีขณะทำหัตถการ ค่าดัชนีมวลกายของผู้ป่วย ความสูงของเตียงที่ใช้ทำหัตถการ มุมของการเอียงของหลอดเอกซเรย์ ล้วนเป็นปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณรังสีที่ผู้ปฏิบัติงานได้รับ[14,15,19-21]

สรุปผล

ปริมาณรังสีที่รังสีแพทย์ได้รับที่อวัยวะต่างๆ ขณะทำหัตถการ TACE ที่ตำแหน่งมือซ้ายสูงสุด รองลงมาเป็นตาซ้าย มือขวา ต่อมไทรอยด์ และอวัยวะที่ได้รับปริมาณรังสีน้อยสุด คือตาขวา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และอุปกรณ์ป้องกันรังสีสามารถลดปริมาณรังสีขณะทำหัตถการได้ โดยที่ปริมาณรังสีที่รังสีแพทย์ได้รับไม่เกินขีดจำกัดที่รับได้ของผู้ปฏิบัติงาน

เอกสารอ้างอิง

1. Seals KF, Lee EW, Cagnon CH, et al. Radiation-induced cataractogenesis: A critical literature review for the Interventional Radiologist. Cardiovasc Intervent Radiol 2016;39:151-60.
2. Stewart FA, Akleyev AV, Hauer-Jensen M, et al. ICRP publication 118: ICRP statement on tissue reactions and early and late effects of radiation in normal tissues and organs--threshold doses for tissue reactions in a radiation protection context. Ann ICRP 2012;41:1-322.
3. Ferlay J EM, Lam F, Colombet M, et al. Global cancer observatory: Cancer today: Lyon, France: International Agency for Research on Cancer.; 2020 [cited 2021 October 31]. Available from: https://gco.iarc.fr/today/data/factsheets/populations/764-thailand-fact-sheets.pdf.
4. Chida K, Kaga Y, Haga Y, et al. Occupational dose in interventional radiology procedures. Am J Roentgenol 2013;200:138-41.
5. Whitby M, Martin CJ. A study of the distribution of dose across the hands of interventional radiologists and cardiologists. Br J Radiol 2005;78:219-29.
6. Hidajat N, Wust P, Felix R, et al. Radiation exposure to patient and staff in hepatic chemoembolization: risk estimation of cancer and deterministic effects. Cardiovasc Intervent Radiol 2006;29:791-6.
7. Martin CJ. A review of radiology staff doses and dose monitoring requirements. Radiat Prot Dosimetry 2009;136:140-57.
8. Chida K, Kato M, Kagaya Y, et al. Radiation dose and radiation protection for patients and physicians during interventional procedure. J Radiat Res 2010;51:97-105.
9. Sanchez RM, Vano E, Fernandez JM, et al. Measurements of eye lens doses in interventional cardiology using OSL and electronic dosemeters†. Radiat Prot Dosimetry 2014;162:569-76.
10. Krisanachinda A, Srimahachota S, Matsubara K. The current status of eye lens dose measurement in interventional cardiology personnel in Thailand. Radiol Phys Technol 2017;10:142-7.
11. Landauer. nanoDot™ Dosimeter: Patient monitoring solutions [cited 2021 October 31]. Available from: https://www.landauer.com/product/nanodot.
12. Hamann E, Koenig T, Zuber M, et al. Performance of a medipix3RX spectroscopic pixel detector with a high resistivity gallium arsenide sensor. IEEE Trans Med Imaging 2015;34:707.
13. Dolly S. NISTX Calculator: Solutio in silico; 2015 [cited 2020 November 15]. Available from: http://solutioinsilico.com/medical-physics/applications/nist-lookup.php?ans=0.
14. Funama Y, Nagasue N, Awai K, et al. Radiation exposure of operator performing interventional procedures using a flat panel angiography system: Evaluation with photoluminescence glass dosimeters. Jpn J Radiol 2010;28:423-9.

15. Degiorgio S, Gerasia R, Liotta F, et al. Radiation doses to operators in hepatobiliary interventional procedures. Cardiovasc Intervent Radiol 2018;41:772-80.
16. Shah P, Khanna R, Kapoor A, et al. Efficacy of RADPAD protection drape in reducing radiation exposure in the catheterization laboratory—First Indian study. Indian Heart Journal 2018;70:S265-S8.
17. Palácio EP, Ribeiro AA, Gavassi BM, et al. Exposure of the surgical team to ionizing radiation during orthopedic surgical procedures. Rev Bras Ortop 2014;49:227-32.
18. Wilson-Stewart KS, Fontanarosa D, Li D, et at.Taller staff occupationally exposed to less radiation to the temple in cardiac procedures, but risk higher doses during vascular cases. Scientific Reports 2020;10: 16103.
19. Mechlenburg I, Daugaard H, Soballe K. Radiation exposure to the orthopaedic surgeon during periacetabular osteotomy. Int Orthop 2009;33:1747-51.
20. Boddu SR, Corey A, Peterson R, et al. Fluoroscopic-guided lumbar puncture: fluoroscopic time and implications of body mass index--a baseline study. Am J Neuroradiol 2014;35:1475-80.
21. Kim HO, Lee BC, Park C, et al. Occupational dose and associated factors during transarterial chemoembolization of hepatocellular carcinoma using real-time dosimetry: A simple way to reduce radiation exposure. Medicine (Baltimore) 2022;101:e28744.