

**DETERMINATION OF YTTRIUM-90 BREMSSTRAHLUNG
PRODUCED FROM RADIATION SHIELDING APPARATUS**



CHANAKARN ONNOMDEE

**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR
THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE (MEDICAL PHYSICS)
FACULTY OF GRADUATE STUDIES
MAHIDOL UNIVERSITY**

Copyright by Mahidol University 2019

COPYRIGHT OF MAHIDOL UNIVERSITY

DETERMINATION OF YTTRIUM-90 BREMSSTRAHLUNG PRODUCED FROM RADIATION SHIELDING APPARATUS

CHANAKARN ONNOMDEE 5936526 RAMP / M

M.Sc. (MEDICAL PHYSICS)

THESIS ADVISORY COMMITTEE : PUTTHIPORN CHAROENPHUN, Ph.D.,
KRISANAT CHUAMSAAMARKKEE, Ph.D., CHAYANIT JUMPEE, Ph.D.**ABSTRACT**

Yttrium-90 (^{90}Y) is pure beta emitter that has been widely used in selective internal radiation therapy (SIRT) which the radiation shielding apparatus is utilised during treatment for radiation protection purpose. However, undesired radiation from bremsstrahlung might be generated when ^{90}Y interacts with surrounding matter. So, the aims of this study were to determine bremsstrahlung produced from the radiation shielding apparatus, to compare the radiation measurement using NaI(Tl) scintillation detector with Monte Carlo simulation and to assess the radiation safety of the workers. Yttrium trichloride ($^{90}\text{YCl}_3$) solution was prepared in glass vial before placing in the radiation shielding apparatus. The count rate and spectrum of the produced bremsstrahlung was measured using well calibrated NaI(Tl) scintillation detector. The optimal conditions for bremsstrahlung measurement were obtained by varying the counting time and the distance between detector and radiation shielding apparatus. For Monte Carlo simulation, the MCNP5 was used to simulate bremsstrahlung radiation with the same geometry as used in the measurement. Additionally, based on the routine clinical procedure of ^{90}Y SIRT, simulation was performed using MCNP5. For experimental measurement, the distance of 10 cm and counting time of 120 s were the optimal conditions. Although comparison of the bremsstrahlung counting rate between measurement and simulation revealed the same trend, remarkably greater counting rate from measurement than simulation was observed. The simulation results of whole body exposure dose and fingers dose were $18.88 \mu\text{Sv/h}$ and 3.90 mSv/h , respectively. The results indicated that ^{90}Y SIRT procedure is safe for medical staff based on the dose limit recommended by International Commission on Radiological Protection (ICRP) 103. In conclusion, ^{90}Y bremsstrahlung can be produced from radiation shielding apparatus and possibly evaluated by either measurement or simulation. Despite simulation results showing higher count rate than those of measurement, it is possible as a result of suboptimal efficiency of the scintillation detector to detect bremsstrahlung or incomplete geometry model in simulation. Based on the simulation results, ^{90}Y SIRT should be safe for the workers.

**KEY WORDS: YTTRIUM-90 / BREMSSTRAHLUNG / SCINTILLATION DETECTOR /
MONTE CARLO SIMULATION / RADIATION PROTECTION**

61 pages

การศึกษาปริมาณเบรมส์ซตราลุงจากอิตเรียม-90 ที่เกิดจากอุปกรณ์กำบังรังสี

DETERMINATION OF YTTRIUM-90 BREMSSTRAHLUNG PRODUCED FROM RADIATION SHIELDING APPARATUS

ชนกานต์ อ่อนน้อมดี 5936526 RAMP/M

วท.ม. (ฟิสิกส์การแพทย์)

คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ : พุทธิพรณ์ เจริญพันธุ์ Ph.D., กฤษณ์ภูษณ์ เชื้อมสามัคคี Ph.D., ชญานิชฐ์ จำปี Ph.D.

บทคัดย่อ

อิตเรียม-90 เป็นสารกัมมันตรังสีที่สลายตัวให้รังสีบีตา ซึ่งนิยมนำใช้ในการรักษาด้วยการนำรังสีเข้าสู่ร่างกายเฉพาะจุด โดยที่ผู้ปฏิบัติงานจะใช้อุปกรณ์กำบังรังสี ในการควบคุมอิตเรียม-90 ซึ่งเมื่ออิตเรียม-90 ทำปฏิกิริยากับวัสดุต่าง ๆ อาจทำให้เกิดเบรมส์ซตราลุงออกมาได้ ดังนั้นวัตถุประสงค์ของการศึกษานี้เพื่อประเมินปริมาณเบรมส์ซตราลุงจากอิตเรียม-90 ที่เกิดจากอุปกรณ์กำบังรังสี เพื่อเปรียบเทียบผลของปริมาณเบรมส์ซตราลุงที่ได้จากการนับวัดโดยใช้หัววัดรังสีชนิดโซเดียมไอโอไดด์ซินทิลเลชัน กับการจำลองโดยใช้โปรแกรมมอนติคาร์โลเอ็นพาร์ติเคิล 5 และเพื่อประเมินความปลอดภัยทางรังสีให้แก่ผู้ปฏิบัติงาน ในการศึกษาครั้งนี้ใช้สารละลายอิตเรียม-90 คลอไรด์ที่เก็บไว้อยู่ในอุปกรณ์กำบังรังสี และใช้หัววัดรังสีที่ทำการสอบเทียบเรียบร้อยแล้ว นำมาหาเวลาและระยะทางที่ใช้ในการวัดที่เหมาะสมต่อการวัดปริมาณเบรมส์ซตราลุง จากนั้นใช้โปรแกรมมอนติคาร์โลเอ็นพาร์ติเคิล 5 ในการจำลองปริมาณเบรมส์ซตราลุงโดยกำหนดให้อยู่ในสถานการณ์เดียวกันกับการวัด จากนั้นจึงทำการจำลองปริมาณเบรมส์ซตราลุงโดยให้อยู่ในสถานการณ์เดียวกันกับการรักษาผู้ป่วยด้วยวิธีรังสีร่วมรักษาโดยการนำรังสีเข้าสู่ร่างกายเฉพาะจุดด้วยอิตเรียม-90 ซึ่งผลการศึกษาพบว่าระยะทางระหว่างอุปกรณ์กำบังรังสีกับหัววัดรังสีชนิดโซเดียมไอโอไดด์ซินทิลเลชันที่ 10 เซนติเมตร โดยใช้เวลาในการนับวัด 120 วินาที เป็นระยะทางและเวลาที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการนับวัดปริมาณเบรมส์ซตราลุง เนื่องจากมีค่าเปอร์เซ็นต์เดดไทม์ และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระบบนับวัดน้อยที่สุด ถึงแม้ว่าปริมาณเบรมส์ซตราลุงที่ได้จากการจำลอง โดยใช้โปรแกรมมอนติคาร์โลเอ็นพาร์ติเคิล 5 มีค่ามากกว่าการนับวัด แต่แนวโน้มของอัตราการนับวัดเบรมส์ซตราลุงใกล้เคียงกัน ผลจากการจำลองพบว่าปริมาณรังสีที่ร่างกายได้รับเท่ากับ 18.88 ไมโครซีเวิร์ตต่อชั่วโมง และที่นิ้วมือได้รับเท่ากับ 3.90 มิลลิซีเวิร์ตต่อชั่วโมง จากผลการทดลองนี้บ่งชี้ว่าผู้ปฏิบัติงานในการให้การรักษาด้วยวิธีรังสีร่วมรักษาโดยการนำรังสีเข้าสู่ร่างกายเฉพาะจุดด้วยอิตเรียม-90 มีความปลอดภัยทางรังสีตามข้อเสนอแนะของคณะกรรมการระหว่างประเทศด้านการป้องกันรังสี ฉบับที่ 103 กล่าวโดยสรุปอิตเรียม-90 เบรมส์ซตราลุงสามารถเกิดขึ้นได้จากการทำปฏิกิริยาระหว่างอิตเรียม-90 และอุปกรณ์กำบังรังสี โดยประเมินได้จากการนับวัดด้วยหัววัดรังสีชนิดโซเดียมไอโอไดด์ซินทิลเลชันและการจำลองโดยใช้โปรแกรมมอนติคาร์โลเอ็นพาร์ติเคิล 5 ถึงแม้ว่าการจำลองปริมาณเบรมส์ซตราลุงมีค่ามากกว่าการนับวัด แต่นั่นอาจเป็นเพราะข้อจำกัดของประสิทธิภาพของหัววัดรังสีชนิดโซเดียมไอโอไดด์ซินทิลเลชัน หรือการเขียนโค้ดในการจำลองที่ไม่สมบูรณ์