QUALITATIVE AND QUANTITATIVE EVALUATION OF YTTRIUM-90 POSITRON EMISSION TOMOGRAPHY IMAGING

THAMONWAN THAREEBOONCHAI

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR
THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE (MEDICAL PHYSICS)
FACULTY OF GRADUATE STUDIES
MAHIDOL UNIVERSITY
2019

Copyright by Mahidol University

COPYRIGHT OF MAHIDOL UNIVERSITY

QUALITATIVE AND QUANTITATIVE EVALUATION OF YTTRIUM-90 POSITRON EMISSION TOMOGRAPHY IMAGING

THAMONWAN THAREEBOONCHAI 5936523 RAMP/M

M.Sc. (MEDICAL PHYSICS)

THESIS ADVISORY COMMITTEE : KRISANAT CHUAMSAAMARKKEE, Ph.D.,
PUTTHIPORN CHAROENPHUN, Ph.D.

ABSTRACT

Selective internal radiation therapy (SIRT) is a treatment option to treat inoperable hepatocellular carcinoma (HCC). SIRT is the technique that delivers radiopharmaceutical, Yttrium-90 (^{90}Y) microsphere to target lesion by angiographic intervention. After SIRT, internal pair production of ^{90}Y enables to be imaged with positron emission tomography (PET) for radiopharmaceutical localization and dosimetry. So, the aims of this study were to evaluate the feasibility of ^{90}Y image using PET imaging and to examine the factors related to the image quality and quantity of ^{90}Y-PET imaging. A NEMA IEC PET Body phantom with six fillable spheres was filled with Yttrium trichloride ($^{90}YCl_3$). The sphere to background ratio of 8:1 and activity concentration 1 MBq/mL were used. The image was acquired with 10, 15, 30, 60, and 120 minutes. The image quality was interpreted by three experienced nuclear medicine physicians. The Kappa test was used to interpret agreement between observers. For qualitative results, long acquisition times (60 and 120 minutes) were seen in all spheres. In shorter acquisition times (10, 15, and 30 minutes), the small spheres (10 and 13 mm) were not seen. The Kappa test results showed perfect and substantial agreement between physicians. The hot contrast, contrast recovery, signal-to-noise (SNR) ratio, and visibility of sphere (VS) using the Rose's criterion for a human observer were used to analyze the quantitative result. Accordingly, the hot contrast was higher when acquisition time was decreased due to amplification of noise, meanwhile SNR and VS increased when acquisition time was increased. The noise in this study was greater in smallest sphere and shortest acquisition time. In conclusion based on this study, 30-minute acquisition time could use to detect small lesion. However, the sphere less than 13 mm could not be concluded because of noise fluctuation. The good image quality comes with long acquisition time. Nonetheless, long acquisition time might affect the patients' discomfort and patients' motion artefacts.

KEY WORDS: YTTRIUM-90/ PET IMAGE/ IMAGE QUALITY/ CONTRAST/ SNR/ VISIBILITY

58 pages

Copyright by Mahidol University

การประเมินเชิงคุณภาพ และปริมาณของอิตเทรียม-90 จากเครื่องสร้างภาพด้วยโพสิตรอน
QUALITATIVE AND QUANTITATIVE EVALUATION OF YTTRIUM-90 POSITRON EMISSION TOMOGRAPHY IMAGING

ธมนวรรณ ธารีบูรณ์ชัย 5936523 RAMP/M

วท.ม. (ฟิสิกส์การแพทย์)

คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ : กฤศณัฏฐ์ เชื่อมสามัคคี Ph.D., พุทธิพรณ์ เจริญพันธุ์ Ph.D.

บทคัดย่อ

รังสีร่วมรักษาโดยการนำรังสีเข้าสู่ร่างกายเฉพาะจุด (selective internal radiation therapy, SIRT) เป็นวิธีการรักษาโรคมะเร็งตับที่ไม่สามารถผ่าตัดได้ โดยวิธีการ SIRT จะเป็นการนำสารเภสัชรังสี ^{90}Y-microsphere เข้าสู่ก้อนมะเร็งโดยใช้เทคนิครังสีร่วมรักษาระบบหลอดเลือด หลังจากการรักษาด้วยวิธี SIRT จะสามารถถ่ายภาพ โดยใช้เครื่องโพสิตรอนอีมิทชันโทโมกราฟี Positron emission tomography (PET) เพื่อยืนยันตำแหน่งของสารเภสัชรังสี และนำข้อมูลที่ได้จากภาพไปคำนวณปริมาณรังสีที่ผู้ป่วยได้รับ จุดประสงค์ของการศึกษานี้เพื่อศึกษาการถ่ายภาพอิตเทรียม-90 ด้วยเครื่อง PET และทดสอบปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพของภาพและการประเมินเชิงปริมาณ โดยงานวิจัยนี้จัดทำขึ้นในหุ่นจำลอง NEMA IEC PET Body ซึ่งมีลูกทรงกลมขนาดต่างๆที่สามารถบรรจุอิตเทรียม-90 โดยในการศึกษานี้จะใช้ความเข้มข้นของสารอิตเทรียม-90 1 เมกะเบ็กเคอเรลต่อมิลลิลิตร และอัตรารังสีภายในลูกทรงกลมต่อบริเวณข้างเคียงอยู่ที่ 8:1 โดยจะใช้เวลาในถ่ายภาพ 10, 15, 30, 60 และ 120 นาที การประเมินเชิงคุณภาพจะประเมินโดยแพทย์ทางเวชศาสตร์นิวเคลียร์ที่มีประสบการณ์สามท่าน และใช้ Kappa test เพื่อประเมินความสอดคล้องในการประเมินภาพถ่ายรังสีระหว่างแพทย์ ผลการประเมินเชิงคุณภาพพบว่า ลูกทรงกลมทุกขนาดสามารถมองเห็นได้เมื่อถ่ายภาพด้วยเวลา 60 และ 120 นาที แต่เมื่อถ่ายภาพด้วยเวลา 10, 15 และ 30 นาที จะไม่สามารถเห็นลูกทรงกลมเล็กขนาด 10 และ 13 มิลลิเมตร ผลจาก Kappa test พบว่าความเห็นของแพทย์ทั้งสามท่านมีความสอดคล้องกันดีมากและดี สำหรับการประเมินเชิงปริมาณจะใช้ ค่าความแตกต่างของรอยโรค (hot contrast) ค่าแก้ของค่ารอยโรค (contrast recovery coefficient) ค่าสิ่งรบกวน (noise (CV)) ค่าอัตราของรอยโรคและสิ่งแวดล้อม (signal to noise ratio (SNR)) และค่าการมองเห็น (visibility (VS)) โดยใช้เกณฑ์ของ Rose สำหรับการประเมินผลค่าการมองเห็น จากผลการทดลองพบว่า ค่าความแตกต่างของรอยโรคมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มขนาดของลูกทรงกลมและลดเวลาในการถ่ายภาพ เนื่องจากมีสิ่งรบกวนมาก ในขณะที่ SNR และ VS มีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มเวลาในการถ่ายภาพ โดยการถ่ายภาพที่ใช้ระยะเวลาสั้น และขนาดของลูกทรงกลมขนาดเล็ก จะยิ่งส่งผลทำให้มีสิ่งรบกวนในภาพมากขึ้น ในการศึกษานี้ยังพบว่าค่าแก้ของค่ารอยโรคมีค่าน้อยที่สุดในลูกทรงกลมขนาดเล็กที่สุดในทุกเวลาในการถ่ายภาพ เป็นผลมาจาก ปรากฏการณ์ปริมาตรบางส่วน โดยจะสรุปได้ว่าเวลาที่ใช้ในการถ่ายภาพเพื่อให้เห็นลูกทรงกลมขนาดเล็กคือ 30 นาที อย่างไรก็ตามลูกทรงกลมขนาดที่เล็กกว่า 13 มิลลิเมตร ไม่สามารถสรุปผลได้ เนื่องจากสัญญาณรบกวนมาก กล่าวโดยสรุปได้ว่าเครื่องเพ็ท สามารถถ่ายภาพสารอิตเทรียม-90 ได้ โดยเมื่อใช้เวลาในการถ่ายภาพนานจะส่งผลให้คุณภาพของภาพดี โดยเฉพาะในรอยโรคขนาดเล็ก แต่ในทางปฏิบัติเมื่อใช้เวลาในการถ่ายภาพนานจะส่งผลให้ผู้ป่วยไม่สบายตัวและอาจเกิดการขยับตัวของผู้ป่วยขณะถ่ายภาพ

58 หน้า

Copyright by Mahidol University