DETEMINATION OF OUTPUT FACTOR FOR 6 MV SMALL PHOTON BEAM: COMPARISON BETWEEN MONTE CARLO SIMULATION TECHNIQUE AND microDiamond DETECTOR

KOMKRIT KRONGKIETLEARTS

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIRMENT FOR
THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE
(MEDICAL PHYSICS)
FACULTY OF GRADUATE STUDIES
MAHIDOL UNIVERSITY
2016

Copyright by Mahidol University

COPYRIGHT OF MAHIDOL UNIVERSITY

DETERMINATION OF OUTPUT FACTOR FOR 6 MV SMALL PHOTON BEAM: COMPARISON BETWEEN MONTE CARLO SIMULATION TECHNIQUE AND microDiamond DETECTOR

KOMKRIT KRONGKIETLEARTS 5436415 RAMP/M

M.SC. (MEDICAL PHYSICS)

THESIS ADVISORY COMMITTEE : PUANGPEN TANGBOONDUANGJIT, Ph.D., NAKORN PAISANGITTISAKUL, Ph.D.

ABSTRACT

In order to improve the quality of life for cancer patient, the radiation techniques are constantly evolving. As a result, the two modern techniques which are intensity modulated radiation therapy (IMRT) and volumetric modulated arc therapy (VMAT) are quite promising. They comprises of many small beam sizes (beamlets) with various intensities to achieve a higher radiation dose to the irregular tumor and lesser dose to the nearby normal tissue. The study aimed to prove that whether or not the microDiamond detector (PTW Freiburg, Germany, PTW-60019), a synthetic single crystal diamond detector, is suitable for small field output factor measurement. The output factor for the collimator field size of 1×1 and 5×5 cm^2 of 6 MV photon beams were applied. The percentage depth dose and beam profile at 5 and 10 cm depth were also analyzed. The results were compared with those measured by the stereotactic field detector (SFD: Scanditronix IBA) and the Monte Carlo simulation (EGSnrc / BEAMnrc / DOSXYZ). By the calibration of the Monte Carlo, the percentage depth dose and dose profile measured by the stereotactic field detector (SFD) for field size of 10×10 cm^2 at a distance of 100 cm SSD were applied to adjust the suitable parameters of the energy of initial electrons beam and radial intensity distribution width. It was found that those parameters were 6.3 MeV and 0.6 cm, respectively. Comparison of the values obtained from the calculations and measurements are consistent, no more than 1% difference. When comparing PDD and beam profile at a depth of 5 cm and 10 cm in field size of 1×1 cm^2 and 5×5 cm^2, it was found that the SFD detector, microdiamond detector and Monte Carlo simulation are different less than 2%. At 5 cm depth the penumbra width for field size of 1×1 cm^2 of SFD and microDiamond are 2.74 mm and 3.52 mm, respectively and for field size of 5×5 cm^2 the penumbra widths of the former and the latter are 3.36 mm and 4.68 mm, respectively. For the output factor comparison of microdiamond with SFD detector and microdiamond detector with Monte Carlo simulation, the results demonstrate that the percentage differences are 1.32% and 1.47% for field size of 1×1 cm^2 and 1.17% and 1.25% for field size of 5×5 cm^2, respectively. This study found that the difference of microDiamond in small field dosimetry compared with the SFD detector and Monte Carlo simulation is within 2%. The microDiamond detector can be considered as one of the suitable detectors for small field output factor measurement.

KEY WORDS : SECOND CANCER / RISK ASSESSMENT / ORGAN EQUIVALENT DOSE / IMRT

63 pages

Copyright by Mahidol University

กำหนดค่าเอาท์พุทแฟคเตอร์สำหรับลำรังสีโฟตอนพลังงาน 6 MV ในพื้นที่ลำรังสีขนาดเล็กโดยเปรียบเทียบระหว่างการจำลองด้วยมอนติคาร์โลเทคนิคและไมโครไดมอนต์ดีเทคเตอร์

DETERMINATION OF OUTPUT FACTOR FOR 6 MV SMALL PHOTON BEAM: COMPARISON BETWEEN MONTE CARLO SIMULATION TECHNIQUE AND microDiamond DETECTOR

คมกริช ครองเกียรติเลิศ 5436415 RAMP/M

วท.ม. (ฟิสิกส์การแพทย์)

คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ : พวงเพ็ญ ตั้งบุญดวงจิตร, Ph.D., นคร ไพศาลกิตติสกุล, Ph.D.

บทคัดย่อ

การรักษาด้วยรังสีมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องเพื่อให้ผู้ป่วยมีคุณภาพชีวิตที่ดียิ่งขึ้นเป็นผลให้เกิดเทคนิคการฉายรังสีแบบปรับความเข้ม (IMRT) และปรับความเข้มหมุนรอบตัวผู้ป่วย (VMAT) ซึ่งเป็นเทคนิคที่มีประสิทธิภาพทำให้มีแนวโน้มในการใช้งานมากยิ่งขึ้น โดยลำรังสีที่ใช้จะมีลักษณะเป็นลำรังสีขนาดเล็ก (beamlet) ที่มีการปรับเปลี่ยนความเข้มของลำรังสีตามรูปร่างของก้อนมะเร็ง การวัดปริมาณรังสีในพื้นที่ลำรังสีขนาดเล็กจำเป็นต้องอาศัยความรู้ ความเข้าใจตลอดจนเครื่องมือในการวัดที่เหมาะสม ในการศึกษานี้ได้ทำการวัดปริมาณรังสีในพื้นที่ลำรังสีขนาด 1×1, 2×2, 3×3 และ 5×5 ซม^2 เพื่อหาค่าเอ้าท์พุทแฟคเตอร์สัมพัทธ์ในโฟตอนพลังงาน 6 MV ด้วยหัววัดรังสี microDiamond (PTW Freiburg, Germany, PTW-60019) และหัววัดรังสี stereotactic field diode (SFD: Scanditronix IBA) เปรียบเทียบกับการจำลองด้วยเทคนิคมอนติคาร์โล (EGSnrc / BEAMnrc / DOSXYZ) ที่ทำการจำลองด้วยข้อมูลการเปรียบเทียบจากการวัดปริมาณรังสีในแนวลึกและปริมาณรังสีในแนวระนาบที่ระดับความลึก 5 และ 10 ซมในพื้นที่ลำรังสี 10×10 ซม^2 ด้วยหัววัด SFD โดยใช้ค่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างการวัดและการคำนวณน้อยกว่า 1% ซึ่งเมื่อทำการเปรียบเทียบการวัดปริมาณรังสีด้วยหัววัด microDiamond และ SFD พบว่ามีค่าเอ้าท์พุทแฟคเตอร์สัมพัทธ์แตกต่างจากค่าที่ได้จากการคำนวณด้วยมอนติคาร์โลน้อยกว่า 2% โดยหัววัดรังสี microDiamond มีค่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างเมื่อเทียบกับการคำนวณและ SFDเท่ากับ 1.47% และ 1.32% ตามลำดับสำหรับพื้นที่ลำรังสี 1×1ซม^2 และ 1.25% และ 1.17% สำหรับพื้นที่ลำรังสี 5×5ซม^2 นอกจากนี้เมื่อพิจารณาความกว้างของเงามัวจากการวัดด้วย microDiamond และ SFD ในพื้นที่ลำรังสี 1×1ซม^2 พบว่ามีค่าความกว้างของเงามัวเท่ากับ 3.25 และ 2.74 ม.ม.ตามลำดับ และพื้นที่ลำรังสี 5×5 ซม^2 มีค่าความกว้างของเงามัวเท่ากับ 4.68 และ 3.36 ม.ม. ตามลำดับ ซึ่งเห็นได้ว่าการวัดปริมาณรังสีเพื่อหาค่าเอาท์พุทแฟคเตอร์สัมพัทธ์ในพื้นที่ลำรังสีขนาดเล็กด้วยหัววัดรังสีทั้งสองให้ค่าความแตกต่างอยู่ภายใน ±2%

ผลการวิจัยนี้มีข้อสรุปคือ microDiamond detector ให้ผลการวัดค่าเอาท์พุทแฟคเตอร์สัมพัทธ์ใกล้เคียงและสอดคล้องกับค่าที่คำนวณได้และวัดด้วยหัววัด stereotactic field diode โดยมีค่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างมีอยู่ภายในเกณฑ์ที่กำหนด (≤2%)

Copyright by Mahidol University

63 หน้า