199518

ปัจจุบันเทคนิคการฉายรังสีขั้นสูง ที่สามารถกำหนดการกระจายของปริมาณรังสีให้มีความจำเพาะตามรูปร่างของอวัยวะเป้าหมาย ได้ถูกนำมาใช้ในการรักษาผู้ป่วยโรคมะเร็งอย่างแพร่หลาย แต่เนื่องจากความซับซ้อนของเทคนิคเหล่านี้ จึงจำเป็นต้องมีการตรวจสอบความถูกต้องของการกระจายของปริมาณรังสีว่า ถูกต้องตามแผนการรักษาหรือไม่ วิธีที่นิยมใช้ในปัจจุบันส่วนใหญ่สามารถตรวจสอบปริมาณรังสีได้เป็นจุดหรือระนาบเท่านั้น จึงได้มีการพัฒนาเจลวัดรังสีขึ้นเพื่อให้สามารถวัดการกระจายของปริมาณรังสีได้ในลักษณะสามมิติ

การวิจัยนี้ได้ศึกษาวิธีการผลิต และการตอบสนองของเจลวัดรังสีชนิดพอลิอะคริลาไมด์โดยการปรับเปลี่ยนชนิด และปริมาณของเจลลิ่ง เอเจนต์ รวมทั้งศึกษาปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการตอบสนองต่อรังสีของเจลวัดรังสีที่ผลิตขึ้น เพื่อนำมาใช้วัดปริมาณรังสีทางรังสีรักษา โดยวิธีการวัดค่าความทึบแสงด้วยอุปกรณ์อย่างง่ายที่ประดิษฐ์ขึ้น สำหรับเป็นแนวทางในการนำมาประยุกต์ใช้เพื่อตรวจสอบการกระจายของปริมาณรังสีในการฉายรังสีด้วยเทคนิคขั้นสูงต่อไป

อุปกรณ์วัดความทึบแสงที่ประดิษฐ์ขึ้นมีค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนเท่ากับ 1.49% และพบว่าการผลิตเจลวัดรังสีที่ประกอบด้วย 6% มอนอเมอร์ (%T) และ 50% crosslinker (%C) โดยใช้ เจลาตินสำหรับประกอบอาหาร 5% (weight / weight) เป็นเจลลิ่ง เอเจนต์ มีความเหมาะสมในการใช้เป็นมาตรฐานของการผลิตเจลวัดรังสีมากที่สุด เนื่องจากมีความเป็นเชิงเส้นของการตอบสนองต่อรังสีกว้างกว่า คือเท่ากับ 0 – 700 cGy เมื่อเทียบกับการใช้ อะกาโรส 1% เจลาตินสำหรับการวิเคราะห์ทางเคมี 5% และ 7% ในการวัดความทึบแสงของเจลวัดรังสี ด้วยต้นกำเนิดแสงที่มีความยาวคลื่นต่างกัน พบว่าเมื่อความยาวคลื่นเพิ่มขึ้น ความสามารถในการประเมินความไวในการตอบสนองต่อรังสีลดลง แต่สามารถตรวจสอบการตอบสนองต่อรังสีแบบเชิงเส้นกว้างขึ้น และพบว่าต้นกำเนิดแสงสีแดงมีความเหมาะสมสำหรับการนำมาใช้ในการศึกษานี้

นอกจากนี้พบว่า การนำพอลิอะคริลาไมด์ เจล มาประยุกต์ใช้ในการวัดปริมาณรังสีทางรังสีรักษา ควรคำนึงถึง ระยะเวลาหลังการผลิต ก่อนนำเจลไปใช้งาน เนื่องจากพบว่าการที่เจลได้รับรังสีหลังการผลิต 2 ชั่วโมง มีการตอบสนองต่อรังสีแตกต่างจาก 6 และ 25 ชั่วโมง ($p = 0.0081$) และควรประเมินผลหลังจากได้รับรังสีแล้ว 12 ชั่วโมง เนื่องจากความไวและการตอบสนองคงที่ และการเก็บเจลที่ได้รับการฉายรังสีแล้วที่อุณหภูมิ หรือแสงสว่างต่างกัน ส่งผลให้มีการเปลี่ยนแปลงการตอบสนองต่อรังสีของเจลเช่นกัน ในด้านคุณภาพของรังสีที่ใช้ในการฉายรังสีแก่เจล แม้ว่ารังสีพลังงาน 6 และ 10 MV ไม่มีผลต่อความไวและการตอบสนองต่อรังสี ($p = 0.5781$ และ $p = 0.4065$) แต่พบว่าอัตราการแผ่ปริมาณรังสีที่ต่ำกว่า 84 cGy/min ให้การตอบสนองแตกต่างจากอัตราการแผ่ปริมาณรังสีอื่นที่ใช้ในการศึกษา เช่นเดียวกับผลของรูปแบบการฉายรังสีที่พบว่า การฉายรังสีแบบเว้นช่วงซึ่งใช้เวลาของการฉายรังสีนานขึ้น ให้การตอบสนองต่อรังสีต่างจากการฉายแบบครั้งเดียวและแบบต่อเนื่อง ($p = 0.0239$) แสดงว่าการนำเจลวัดรังสีที่ผลิตขึ้นมาประยุกต์ใช้วัดปริมาณรังสีทางด้านรังสีรักษานั้น ต้องควบคุม และคำนึงถึงปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการตอบสนองต่อรังสี เพื่อให้การนำมาตรวจสอบการกระจายของปริมาณรังสีแบบสามมิติมีความถูกต้องแม่นยำ ต่อไป

Presently, the advanced radiotherapy treatment techniques which can provide conformal dose distribution tightly to planned target volume have been widely implemented in radiation oncology department. Due to their complexity, dosimetric verification can be crucial. Most of the typical dose verification method currently used can determine only a point dose or 2D relative dose distribution. Therefore, the development of gel dosimeter for 3D dose verification is essential.

The objectives of this research were to study the fabrication processes and dose response of polyacrylamide gel dosimeter by varying the composition of the gel including the factors affecting dose response of gel dosimeter for radiotherapy. In order to investigate the feasibility of using the developed gel as 3D dose verification tool, the dose response of the gel, in term of the optical density, was measured by a simple in-house optical density reader equipment designed particularly for this work .

The variation of the optical density reader was 1.49% . It was shown that gel composed of 6%T and 50%C with 5% food grade gelatin as gelling agent had superior radiation properties of gel dosimeter compared to 1% agarose, 5% , and 7% analytical grade gelatin as it provided the widest linear dose response range of 0 – 700 cGy. Using the different wavelength of light source for optical density measurement, it revealed that even though the sensitivity of detection decreased with increasing wavelength, the greater range of linear dose response evaluation was accessible by the longer wavelength. Therefore, red LED was used throughout this investigation.

In application of polyacrymide gel in radiotherapy dosimetry, the ability to measure absorbed dose with acceptable precision and accuracy independent of environmental factors and with stable read – out has to be considered. It was illustrated that the dose response of 2 hours post fabricating irradiation was statistical different from that of 6 and 25 hours ($p = 0.0081$), as such, the gel should be irradiated at least 6 hours after fabrication and the response evaluation should be performed 12 hours after radiation exposure. The temperature and light condition after irradiation could also affect on the change of dose response. There was no energy dependent in the range of 6 to 10 MV radiation used in this study ($p = 0.5781$ and 0.4065) as well as the dose rate effect using in conventional radiotherapy range. But in IMRT technique when the dose rate can be lower than 84 cGy/min or with prolonged exposure time, the accuracy of the dose must be carefully examined. As found in this study, the dose response depended on the pattern and time of radiation exposure i.e. intermittent vs. single or continuous exposure ($p = 0.0239$). In conclusion, the developed polyacrylamide gel can be used for radiotherapy dosimetry with a great care and good practice during calibration process to ensure that 3D dose verification will meet accuracy and precision.