

เปรียบเทียบการทวนสอบแผนรังสีรักษาเทคนิครังสีตัดขวางแบบเกลียวหมุนโดยการใช้หัววัดชนิดประจุแตกตัว ฟิล์ม และหัววัดเรียงแถวบนระนาบ

อิสสระ เล็กคง, สมศักดิ์ วรรณวิไลรัตน์ และ เอกสิทธิ์ ธราวิจิตรกุล

ภาควิชารังสีวิทยา คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

วัตถุประสงค์ เพื่อประเมินประสิทธิภาพหัววัดประจุแตกตัว ฟิล์ม และหัววัดเรียงแถวบนระนาบในการทวนสอบแผนรังสีรักษาเทคนิครังสีตัดขวางแบบเกลียวหมุน

วิธีการศึกษา ทวนสอบแผนรังสีรักษาโดยใช้ข้อมูลแผนรังสีรักษาเทคนิครังสีตัดขวางแบบเกลียวหมุนของผู้ป่วยโรคมะเร็ง 13 แผนรังสีรักษา ของหน่วยรังสีรักษาและมะเร็งวิทยา ภาควิชารังสีวิทยา คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ การทวนสอบปริมาณรังสีแบบจุดใช้หัววัดชนิดประจุแตกตัว และหัววัดเรียงแถวบนระนาบรุ่น Octavius การทวนสอบการกระจายปริมาณรังสีสัมพัทธ์ใช้ฟิล์ม และหัววัด Octavius หาค่ารากที่สองของค่าเฉลี่ยกำลังสองจากค่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของปริมาณรังสีจุดกลืนแบบจุด และค่าเปอร์เซ็นต์ผ่านเกณฑ์ค่าดัชนีแกมมาของการกระจายปริมาณรังสีสัมพัทธ์

ผลการศึกษา การทวนสอบปริมาณรังสีด้วยหัววัดประจุแตกตัว ฟิล์ม และหัววัดเรียงแถวบนระนาบ พบค่ารากกำลังสองเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างปริมาณรังสีจุดกลืนแบบจุด จากการวัดด้วยหัววัดชนิดประจุแตกตัวและหัววัด Octavius เท่ากับ 0.38 และ 0.84 ตามลำดับ การกระจายปริมาณรังสีสัมพัทธ์ที่เกณฑ์ความแตกต่างปริมาณรังสีร้อยละ 3 ที่ความแตกต่างระยะ 3 มิลลิเมตร พบว่าค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ผ่านเกณฑ์ดัชนีแกมมา ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 11.81 ($p=0.01$) และ 6.79 ($p=0.04$) สำหรับฟิล์ม และหัววัดเรียงแถว Octavius มีค่าเท่ากับ 86.59 ± 11.81 และ 96.39 ± 6.79 ตามลำดับ

สรุปผลการศึกษา การทวนสอบปริมาณรังสีจุดกลืนแบบจุด และแบบการกระจายปริมาณรังสีสัมพัทธ์ของแผนรังสีตัดขวางแบบเกลียวหมุน ด้วยหัววัดชนิดประจุแตกตัว และฟิล์มร่วมกับ Cheese phantom เป็นวิธีการมาตรฐาน มีความถูกต้องทางรังสีคณิต มีประสิทธิภาพ และการใช้หัววัดเรียงแถวบนระนาบรุ่น Octavius ร่วมกับ Octavius phantom เป็นวิธีการที่สะดวก มีความถูกต้องทางรังสีคณิต และมีประสิทธิภาพเหมาะสมกับเทคนิคการฉายรังสีตัดขวางแบบเกลียวหมุน **เชียงใหม่เวชสาร 2559;55(3):125-32.**

คำสำคัญ: รังสีตัดขวางแบบเกลียวหมุน รังสีจุดกลืนแบบจุด ปริมาณรังสีสัมพัทธ์ ดัชนีแกมมา Octavius

บทนำ

ในปัจจุบันการฉายรังสีด้วยเทคนิครังสีตัดขวางแบบเกลียวหมุน (Helical tomotherapy) มีบทบาทสำคัญต่อประสิทธิภาพ และผลสำเร็จในการรักษาโรคมะเร็ง^[1,2] ด้วยคุณสมบัติที่สามารถจำกัดการกระจายปริมาณรังสีให้มีรูปร่างใกล้เคียงกับลักษณะของอวัยวะเป้าหมายได้มากที่สุด และขณะเดียวกันสามารถลดปริมาณรังสีที่เนื้อเยื่อปกติให้มีปริมาณน้อยที่สุด^[3,4] ถ้ารังสีมีความซับซ้อน และมีความจำเพาะ^[1] การทวนสอบแผนรังสีรักษาโดยการวัดรังสีจากเครื่องฉายรังสีเปรียบเทียบกับค่าคำนวณก่อนใช้แผนการรักษาในการรักษาผู้ป่วย จึงมีความสำคัญต่อประสิทธิภาพของผลการรักษา^[5]

การทวนสอบแผนรังสีรักษา เป็นการเปรียบเทียบตำแหน่ง ปริมาณรังสี รูปร่างและรูปแบบการกระจายปริมาณรังสีที่ได้จากเครื่องฉายรังสี เทียบกับแผนรังสีรักษา โดยแบ่งออกได้เป็น 2 แบบ ดังนี้

1. การทวนสอบปริมาณรังสีดูดกลืนแบบจุด (Absorbed dose verification) เป็นการวัดปริมาณรังสีที่ได้จากเครื่องฉายรังสีด้วยหัววัดชนิดประจุแตกตัวในวัสดุสมมูลเนื้อเยื่อ บริเวณจุดศูนย์ร่วม (Iso-center) เทียบกับแผนรังสีรักษา

2. การทวนสอบการกระจายปริมาณรังสีสัมพัทธ์ (Relative dose distribution verification) เป็นการทวนสอบในระนาบ 2 มิติ โดยพิจารณาตำแหน่ง ปริมาณรังสี รูปร่างและรูปแบบของความเข้มรังสี (intensity pattern) ที่ได้จากเครื่องฉายรังสีในวัสดุสมมูลเนื้อเยื่อเทียบกับแผนรังสีรักษา โดยใช้ฟิล์มหรือหัววัดเรียงแถวบนระนาบในการทวนสอบ

ในปัจจุบันปริมาณการใช้ฟิล์มลดน้อยลง และถูกแทนที่ด้วยระบบภาพดิจิทัล มีการพัฒนาอุปกรณ์ทวนสอบการกระจายรังสีเป็นแบบหัววัดเรียงแถวบนระนาบ จากหลายบริษัทเพื่อใช้ทดแทนฟิล์ม^[6-11]

โดยในการศึกษานี้ได้เลือกใช้หัววัดเรียงแถวบนระนาบรุ่น Octavius เนื่องจากมีคุณสมบัติเป็นหัววัดรังสีชนิดประจุแตกตัว และมีการเรียงตัวของหัววัดรังสีเป็นระนาบคล้ายกับฟิล์ม^[7] มาทำการศึกษาโดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อประเมินประสิทธิภาพหัววัดประจุแตกตัว, ฟิล์ม และหัววัดเรียงแถวบนระนาบในการทวนสอบแผนรังสีรักษาเทคนิครังสีตัดขวางแบบเกลียวหมุน

วิธีการศึกษา

งานวิจัยนี้ดำเนินงาน ณ หน่วยรังสีรักษาและมะเร็งวิทยา ภาควิชารังสีวิทยา คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ใช้แผนรังสีตัดขวางแบบเกลียวหมุนของผู้ป่วยมะเร็งจำนวน 13 แผนการรักษาจากเครื่องคอมพิวเตอร์วางแผนรังสีรักษา (TomoTherapy: HiArt) โดยทำการตัดลอกแผนการรักษาจากบนวัสดุสมมูลเนื้อเยื่อ “Cheese Phantom” เพื่อใช้ร่วมกับหัววัดชนิดประจุแตกตัวและฟิล์มและ “Octavius Phantom” เพื่อใช้ร่วมกับหัววัดเรียงแถวบนระนาบรุ่น Octavius (รูปที่ 1) ทำการทวนสอบแผนรังสีรักษาเทคนิครังสีตัดขวางแบบเกลียวหมุนด้วยขั้นตอน ดังนี้

1. ทวนสอบแผนรังสีรักษา โดยใช้หัววัดประจุแตกตัว A1SL และ Cheese phantom ให้หัววัดประจุแตกตัว A1SL อยู่ในตำแหน่งที่กำหนดจากแผนการรังสีรักษา HiArt วางฟิล์ม EDR2 ที่ตำแหน่งกึ่งกลาง Cheese phantom จากนั้นบันทึกข้อมูลที่ได้จากหัววัดประจุแตกตัว A1SL และนำฟิล์มเข้าสู่กระบวนการล้างฟิล์มด้วยเครื่อง ล้างฟิล์มอัตโนมัติ และเครื่องสแกนฟิล์ม และส่งเข้าเพื่อส่งข้อมูลประเมินการกระจายปริมาณรังสีโดยเครื่องวางแผนรังสีรักษา HiArt

2. ทวนสอบแผนรังสีรักษาโดยใช้หัววัดเรียง

แถบวาระนาบรุ่น Octavius และ Octavius phantom โดยกำหนดให้หัววัดเรียงแถบวาระนาบรุ่น Octavius ตัวกึ่งกลางอยู่ในตำแหน่งที่ได้จากแผนการรักษา HiArt จากนั้นบันทึกข้อมูลโดยใช้คอมพิวเตอร์ชนิดพกพาด้วยโปรแกรม VeriSoft เพื่อนำข้อมูลประเมินการกระจายปริมาณรังสีโดยเครื่องวางแผนรังสีรักษา HiArt

การวิเคราะห์ข้อมูลการทวนสอบแผนรังสีรักษาเทคนิครังสีตัดขวางแบบเกลียวหมุนด้วยหัววัดชนิดประจุแตกตัว, ฟิล์ม EDR2 และหัววัดเรียงแถบวาระนาบรุ่น Octavius วิเคราะห์ได้จาก

1. ค่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของปริมาณรังสี (% dose difference) ที่ได้จากการคำนวณเปรียบเทียบกับการวัดปริมาณรังสีจุดกลืนแบบจุด
2. อัตราผ่านค่าแกมมา (% gamma passing rate) ในพื้นที่ครอบคลุมด้วย 50% isodose ที่ได้จากการคำนวณเปรียบเทียบกับการวัดการกระจายปริมาณรังสีสัมพัทธ์ในผู้ป่วยแต่ละรายโดยใช้เครื่องวางแผนรังสีรักษา HiArt
3. ค่ารากกำลังสองเฉลี่ย (root mean square, rms) ของค่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของปริมาณรังสี โดยมีเกณฑ์การยอมรับที่ rms มีค่าไม่มากกว่า

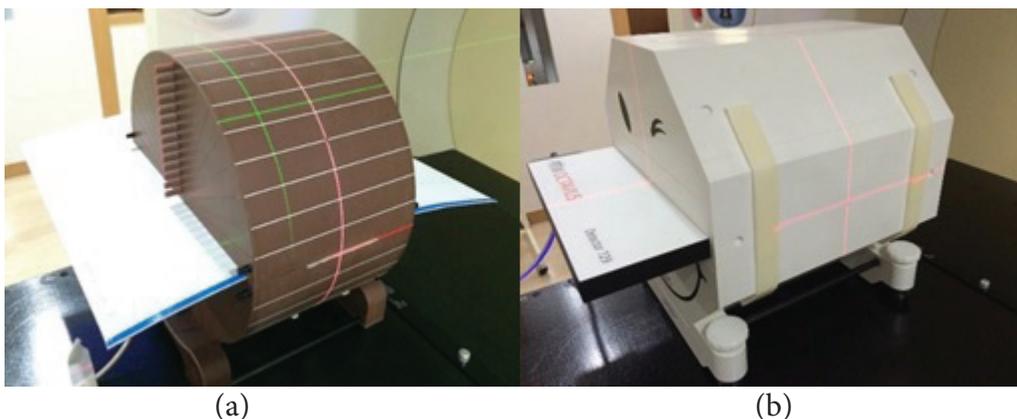
0.05 และหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต (average) ของอัตราผ่านค่าแกมมาของผู้ป่วยทั้งหมด ทำการวิเคราะห์และแปลผลการวิจัยโดยใช้วิธีเชิงสถิติด้วย Paired t-tests (considered significant for $p < 0.05$)

ผลการศึกษา

ผลการทวนสอบแผนรังสีรักษาเทคนิครังสีตัดขวางแบบเกลียวหมุนด้วยหัววัดชนิดประจุแตกตัว, ฟิล์ม และหัววัดเรียงแถบวาระนาบรุ่น Octavius โดยใช้แผนรังสีรักษาเทคนิครังสีตัดขวางแบบเกลียวหมุนของผู้ป่วยมะเร็งจำนวน 13 แผนการรักษา ได้ผลดังนี้

1. การทวนสอบปริมาณรังสีจุดกลืนแบบจุดด้วยหัววัดชนิดประจุแตก A1SL และหัววัดเรียงแถบวาระนาบรุ่น Octavius เปรียบเทียบกับการคำนวณจากเครื่อง TomoTherapy TPS (ตารางที่ 1)

1.1 ผลการทวนสอบด้วยหัววัดชนิดประจุแตกตัวเปรียบเทียบกับการคำนวณจากเครื่องวางแผนรังสีรักษา พบว่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างการวัดและการคำนวณไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่าเท่ากับ -0.72 ค่าเบี่ยง



รูปที่ 1. การทวนสอบปริมาณรังสีด้วยอุปกรณ์ (a) ฟิล์ม EDR 2 และหัววัดชนิดประจุแตกตัว A1SL ร่วมกับ Cheese phantom และ (b) Octavius detector ร่วมกับ Octavius phantom

เบนมาตรฐานเท่ากับ 0.22 ($p=0.07$) ค่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างน้อยที่สุด และมากที่สุดมีค่าเท่ากับ -0.15 และ -2.59 ตามลำดับ

1.2 ผลการทวนสอบด้วยหัววัดเรียงแถวบนระนาบรุ่น Octavius เปรียบเทียบกับการคำนวณจากเครื่องวางแผนรังสีรักษา พบว่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างการวัดและการคำนวณไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่าเท่ากับ -0.83 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.03 ($p=0.21$) ค่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างน้อยที่สุด และมากที่สุดมีค่าเท่ากับ -0.03 และ -7.58 ตามลำดับ

1.3 ผลการทวนสอบด้วยหัววัดชนิดประจุแตกตัวเปรียบเทียบกับผลการทวนสอบด้วยหัววัดเรียงแถวบนระนาบรุ่น Octavius พบว่าค่ารากกำลังสองเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างการวัดและการคำนวณไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่าเท่ากับ 0.38 และ 0.84 ตามลำดับ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.44 ($p=0.87$)

2. ผลการทวนสอบการกระจายปริมาณรังสีสัมพัทธ์ ด้วยฟิล์ม EDR2 และหัววัดเรียงแถวบนระนาบรุ่น Octavius เปรียบเทียบกับการคำนวณจากเครื่อง TomoTherapy TPS (ตารางที่ 2)

2.1 ผลการทดสอบด้วยฟิล์มเปรียบเทียบกับผลการคำนวณจากเครื่องวางแผนรังสีรักษา เกณฑ์ค่าแกมมา เท่ากับ 3 เปอร์เซ็นต์ ของค่าระยะแตกต่างของเส้นกระจายรังสีระหว่างการวัด และการคำนวณ (distance to agreement; DTA) ระยะเท่ากับ 3 มิลลิเมตร พบแผนรังสีรักษาที่มีอัตราผ่านค่าแกมมามากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 5 แผนรังสีรักษา มีอัตราผ่านค่าแกมมามากกว่า 95 เปอร์เซ็นต์ 2 แผนรังสีรักษา ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของอัตราผ่านค่าแกมมาเท่ากับ 86.59

เมื่อกำหนดเกณฑ์ค่าแกมมาของการประเมินเท่ากับ 5 เปอร์เซ็นต์และระยะ 3 มิลลิเมตร พบแผน

รังสีรักษาที่มีอัตราผ่านค่าแกมมามากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 12 แผนรังสีรักษา แผนรังสีรักษาที่มีอัตราผ่านค่าแกมมามากกว่า 95 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 6 แผนรังสีรักษา ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของอัตราผ่านค่าแกมมาเท่ากับ 94.40

2.2 ผลการทดสอบด้วยหัววัดเรียงแถวบนระนาบรุ่น Octavius เปรียบเทียบกับการคำนวณจากเครื่องวางแผนรังสีรักษา เมื่อกำหนดเกณฑ์ค่าแกมมาของกระจายปริมาณรังสีสัมพัทธ์ที่ปริมาณรังสี 3 เปอร์เซ็นต์และระยะ DTA 3 มิลลิเมตร พบแผนรังสีรักษาที่มีอัตราผ่านค่าแกมมามากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 11 แผนรังสีรักษา แผนรังสีรักษาที่มีอัตราผ่านค่าแกมมามากกว่า 95 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 9 แผนรังสีรักษา ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของอัตราผ่านค่าแกมมาเท่ากับ 96.39

เมื่อกำหนดเกณฑ์ค่าแกมมาของการประเมินเท่ากับ 5 เปอร์เซ็นต์และระยะ 3 มิลลิเมตร พบแผนรังสีรักษาที่มีอัตราผ่านค่าแกมมามากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 13 แผนรังสีรักษา แผนรังสีรักษาที่มีอัตราผ่านค่าแกมมามากกว่า 95 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 13 แผนรังสีรักษา ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของอัตราผ่านค่าแกมมาเท่ากับ 98.71

2.3 ผลการทดสอบด้วยฟิล์มเปรียบเทียบกับผลการทดสอบด้วยหัววัดเรียงแถวบนระนาบรุ่น Octavius เมื่อกำหนดเกณฑ์ค่าแกมมาของกระจายปริมาณรังสีสัมพัทธ์ที่ปริมาณรังสี 3 เปอร์เซ็นต์และระยะ DTA 3 มิลลิเมตร พบว่ามีแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 11.81 ($p=0.01$)

เมื่อกำหนดเกณฑ์ค่าแกมมาของกระจายปริมาณรังสีสัมพัทธ์ที่ปริมาณรังสี 5 เปอร์เซ็นต์และระยะ DTA 3 มิลลิเมตร พบว่ามีแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 6.79 ($p=0.04$)

ตารางที่ 1. ปริมาณรังสีดูดกลืนแบบจุดด้วยหัววัดชนิดประจุแตก A1SL และหัววัดเรียงแถวบนระนาบรุ่น Octavius เปรียบเทียบกับการคำนวณจากเครื่อง TomoTherapy TPS

Plan No.	Absorbed dose verification (Gy)					
	A1SL			Octavius		
	Calculate	Measurement	%difference	Calculate	Measurement	%difference
1	1.65	1.63	1.16	0.99	0.94	5.49
2	1.51	1.53	-1.37	1.11	1.10	0.65
3	2.36	2.33	1.11	2.17	2.17	-0.03
4	2.63	2.64	-0.15	2.40	2.39	0.47
5	1.95	2.00	-2.49	1.80	1.84	-2.06
6	1.60	1.63	-1.89	0.99	1.08	-7.58
7	1.65	1.69	-2.59	0.95	0.98	-2.72
8	1.72	1.74	-1.14	1.38	1.42	-2.90
9	1.69	1.71	-0.70	1.15	1.15	-0.53
10	1.90	1.91	-0.41	1.67	1.70	-1.68
11	1.78	1.77	0.56	1.34	1.33	0.95
12	1.51	1.53	-1.04	0.90	0.89	1.39
13	1.63	1.64	-0.42	1.50	1.54	-2.29
Average	1.81	1.83	-0.72	1.41	1.43	-0.83

บทวิจารณ์

การวัดปริมาณรังสีดูดกลืนแบบจุดด้วยหัววัดชนิดประจุแตกตัว และหัววัดเรียงแถวบนระนาบรุ่น Octavius มีความสอดคล้อง กับปริมาณรังสีที่ได้จากการคำนวณจากเครื่องวางแผนการรักษา ยกเว้นในหัววัดเรียงแถวบนระนาบรุ่น Octavius ในแผนการรักษาที่ 1 และ 6 ที่มีค่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างสูง เนื่องจากเป็นบริเวณที่มีความแตกต่างของปริมาณรังสีสูง (high dose gradient)

การทวนสอบปริมาณรังสีดูดกลืนแบบจุดด้วยหัววัดชนิดประจุแตกตัวเป็นวิธีการมาตรฐาน วัดรังสีได้เฉพาะจุดเหมาะสำหรับบริเวณที่ปริมาณรังสีมีความสม่ำเสมอ โดยขนาดของหัววัดต้องเหมาะสมกับพื้นที่รังสี และต้องใช้ร่วมกับ Cheese phantom การใช้หัววัดเรียงแถวบนระนาบรุ่น Octavius สามารถกระทำได้ โดยต้องมีการสอบเทียบกับหัววัดประจุแตกตัวที่เป็นมาตรฐาน และ

อาจมีความคลาดเคลื่อนของผลการวัดเนื่องจากระนาบของหัววัดเรียงแถวบนระนาบรุ่น Octavius สามารถหมุนให้ตั้งฉากกับแนวลำรังสีในขณะฉายรังสีด้วยเครื่องฉายรังสีแบบเกลียวหมุนได้ และต้องใช้ร่วมกับ Octavius phantom

การทวนสอบการกระจายปริมาณรังสีสัมพัทธ์ด้วยฟิล์ม EDR2 อาจเกิดความคลาดเคลื่อนได้จากปัจจัยที่เกี่ยวข้อง เช่น กระบวนการล้างฟิล์ม จึงจำเป็นต้องสร้างกราฟการสอบเทียบ (calibration curve) ทุกครั้งของการวัดด้วยฟิล์ม การเลือกใช้ฟิล์มที่ผลิตในช่วงเวลาเดียวกับการทวนสอบ การเลือกใช้เครื่องอ่านค่าความดำของฟิล์ม ผลการตอบสนองต่อพื้นที่และความลึกของฟิล์ม เป็นต้น การใช้หัววัดเรียงแถวบนระนาบรุ่น Octavius ทวนสอบแผนรังสีรักษาให้ผลการทดลองที่ดี แต่เนื่องจากแต่ละหัววัดมีระยะห่างกัน 1 เซนติเมตร ค่าที่ได้ระหว่างหัววัดเป็นค่าที่โปรแกรม VeriSoft ทำการ

ตารางที่ 2. การกระจายปริมาณรังสีสัมพัทธ์ด้วยฟิล์ม EDR2 และหัววัดเรียงแถวบนระนาบรุ่น Octavius เปรียบเทียบกับการคำนวณจากเครื่อง TomoTherapy TPS

Plan No.	Relative dose distribution verification (Gamma passing rate)			
	EDR2		Octavius	
	3% / 3 mm.	5% / 3 mm.	3% / 3 mm.	5% / 3 mm.
1	84.01	93.22	97.87	99.48
2	86.91	92.90	96.59	99.24
3	87.16	97.94	98.68	99.84
4	98.20	99.99	99.03	99.46
5	50.65	73.81	93.48	97.84
6	85.85	93.97	94.99	98.47
7	83.97	93.60	97.33	99.52
8	83.14	93.21	98.10	99.56
9	94.60	98.29	98.32	99.87
10	93.29	99.40	98.88	99.67
11	97.92	99.94	89.04	94.86
12	86.44	93.13	92.12	95.99
13	93.55	97.81	98.60	99.50
Average	86.59	94.40	96.39	98.72

ประมาณค่าช่วง (interpolation) ดังนั้นการเลือกหัววัดเรียงแถวบนระนาบที่มีความถี่ของหัววัดมากขึ้นจะให้ผลการทดลองที่แม่นยำมากขึ้น

สรุปผลการศึกษา

การทวนสอบปริมาณรังสีดูดกลืนแบบจุด และแบบการกระจายปริมาณรังสีสัมพัทธ์ของแผนรังสีตัดขวางแบบเกลียวหมุน ด้วยหัววัดชนิดประจุแตกตัว และฟิล์มร่วมกับ Cheese phantom เป็นวิธีการมาตรฐาน มีความถูกต้องทางรังสีคณิต มีประสิทธิภาพ และการใช้หัววัดเรียงแถวบนระนาบรุ่น Octavius ร่วมกับ Octavius phantom เป็นวิธีการที่สะดวก มีความถูกต้องทางรังสีคณิต และมีประสิทธิภาพเหมาะสมกับเทคนิคการฉายรังสีตัดขวางแบบเกลียวหมุน

เอกสารอ้างอิง

1. Alber M, Broggi S, Wagter CD, et al. ESTRO Booklet No. 9: Guidelines for The Verification of IMRT, Mounierlaan 83/12-1200 Brussels (Belgium). First edition. 2008.
2. Klein E, Hanley J, Bayouth J, et al. American Association of Physicists in Medicine Task Group Report 142. Am Assoc Phys Med 2009;36:4197-212.
3. Arno JM, John CR. Intensity modulated radiation therapy: A clinical perspective. BC Decker Inc Hamilton. London. 2005.
4. Podgosak EB, Alfonso R, Rajan G et al. Radiation Oncology Physics: a handbook for teachers and students. International Atomic Energy Agency. Vienna. 2005.
5. Depuydt T, Van Esch A, Huyskens DP. A quantitative evaluation of IMRT dose distributions: refinement and clinical assessment of the gamma evaluation. Radiotherapy and Oncology 2002; 62:309-19.
6. Utitsarn K, Suriyapee S, Oonsiri S, Oonsiri P. Dosimetric verification using 2D planar diode ar-

- rays and 3D cylindrical diode arrays in IMRT and VMAT. Thai Medical Physicist Society and Faculty of Allied Health Sciences 2012; 69-72.
7. **www.ptw.de [homepage on the Internet].** OCTAVIUS II IMRT Pre-Treatment QA. [update 2013 April 15]. Available from: http://www.ptw.de/octavius_2.html?&cId=5599.
 8. **Chandraraj V, Stathakis S, Manickam R, Esquivel C, Supe SS, Papanikolaou N.** Comparison of four commercial devices for RapidArc and sliding window IMRT QA. *Journal of Applied Clinical Medical Physics*, Spring 2011;12:338-49.
 9. **Esch AV, Clermont C, Devillers M, Iori M, Huyskens DP.** On-line quality assurance of rotational radiotherapy treatment delivery by means of a 2D ion chamber array and the Octavius phantom. *Am Assoc Phys Med Oct* 2007;34:3825-37.
 10. **Xu S, Xie C, Ju Z, et al.** Dose verification of helical tomotherapy intensity modulated radiation therapy planning using 2D-array ion chambers. *Biomedical Imaging and Intervention Journal* 2010; 6:1-9.
 11. **Chandraraj V, Ravikumar M, Sathiyam S, Supe SS, Vivek TR, Manikandan A.** Dosimetric verification of brain and head and neck intensity-modulated radiation therapy treatment using EDR2 films and 2D ion chamber array matrix. *J Cancer Res Ther*, 2010;6:179-84.

Comparison of helical tomotherapy treatment plan verification using ionization chamber, film and two-dimensional ionization chamber array

Issara Lekkong, Somsak Wanwilairat, Ekkasit Tharavichitkul

Radiation oncology, Department of Radiology, Faculty of Medicine, Chiang Mai University

Objective To evaluate the performance of ionization chamber, film and two-dimensional ionization chamber array used for the helical tomotherapy treatment plans verification.

Methods The treatment plan of thirteen patients who were treated on Helical Tomotherapy in Division of Therapeutic Radiology and Oncology, Faculty of Medicine, Chiang Mai University were used to verify in this study. The verification point dose were measured by an ionization chamber and Octavius 2D array. The dose distribution were measured by film and Octavius 2D array. The point dose and dose distribution were compared using the percentage dose difference and gamma index passing rate, respectively.

Results The treatment plan verification based on absorbed point dose measurement using ionization chamber and Octavius 2D array demonstrated the root mean square of the percentage dose difference obtained from measured values in comparison to calculation were 0.38 and 0.84 for ionization chamber and Octavius 2D array, respectively. For the relative dose distribution, the average of the percentage gamma index passing rate with 3% /3mm and the standard deviation of the film and Octavius were 86.59 ± 11.81 and 96.39 ± 6.79 , respectively.

Conclusion The point absorbed and relative doses verification by ionization chamber, film and Cheese phantom with a standard method are accurate and effective. The point absorbed and relative doses verification by Octavius detector and Octavius phantom are accurate and effective for the helical tomotherapy treatment plan. **Chiang Mai Medical Journal 2016;55(3):125-32.**

Keywords: tomotherapy, absorbed dose, relative dose, Octavius, gamma index