

การสร้างเครื่องวัดขนาดโฟคอลสปอตของหลอดเอกซเรย์ ชนิด Pinhole camera

ศศิธร ประทุม¹, สุชาติ เกียรติวัฒนเจริญ^{*}

บทคัดย่อ

การศึกษานี้ เป็นการสร้าง Pinhole camera ซึ่งเป็นเครื่องมือหนึ่งที่ใช้ในการควบคุมคุณภาพเครื่องเอกซเรย์ เพื่อใช้วัดขนาดโฟคอลสปอต ใช้สำหรับการตรวจสอบหลอดเอกซเรย์ที่ติดตั้งใหม่ หรือหลอดเอกซเรย์ที่ใช้งานนานๆ อาจทำให้ขนาดโฟคอลสปอตเปลี่ยนแปลงไปซึ่งมีผลต่อคุณภาพของภาพรังสีได้ การทดลอง แบ่งเป็น 2 ตอนคือ ขั้นตอนแรกเป็นการออกแบบและสร้าง Pinhole camera ขั้นตอนที่สองเป็นการทดสอบหาขนาดภาพโฟคอลสปอต ที่สร้างขึ้นเปรียบเทียบกับขนาดของโฟคอลสปอตที่ได้จาก Pinhole camera มาตรฐานจากบริษัท และเทียบกับ ขนาดที่วัดได้จาก Star test pattern โดยจะแบ่งเป็น 2 กลุ่มในการวัดคือ ให้นักศึกษารังสีเทคนิค 10 รายเป็นผู้วัด และวัดขนาดโฟคอลสปอตโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ประยุกต์ Image-J โดยวัดขนาดโฟคอลสปอต จากหลอดเอกซเรย์ 2 เครื่องคือ เครื่องเอกซเรย์ที่ภาควิชารังสีเทคนิค และ โรงพยาบาลมหาราชนครเชียงใหม่ ผลการทดลองพบว่า เครื่องเอกซเรย์ที่ภาควิชารังสีเทคนิคมีค่าเฉลี่ยของขนาดโฟคอลสปอตขนาดเล็กทั้งด้านกว้างและด้านยาว ที่วัด โดยนักศึกษารังสีเทคนิค 10 ราย ด้วยเครื่อง Pinhole camera ของบริษัทมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.60 mm และ 1.05 mm ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยขนาดโฟคอลสปอตขนาดเล็กที่วัดด้วย Pinhole camera ที่ประดิษฐ์ขึ้นเท่ากับ 0.68 mm และ 1.01 mm ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบขนาดโฟคอลสปอตขนาดเล็กด้วยเครื่องวัดขนาดโฟคอลสปอตขนาดเล็กด้วย Pinhole ที่สร้างขึ้นกับของบริษัทพบว่าทั้งในแนวกว้างและยาว ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.438$, $p=0.146$ ตามลำดับ) สำหรับ โฟคอลสปอตขนาดใหญ่ พบว่าที่ค่าเทคนิค 48 kV 200 mA 0.06 sec สำหรับ Pinhole camera ที่ประดิษฐ์ขึ้น และ 58 kV 200 mA 0.30 sec สำหรับ Pinhole camera ของบริษัท ขนาดโฟคอลสปอตด้านกว้างไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.211$) และที่เทคนิค 48 kV 200 mA 0.080 sec สำหรับ Pinhole camera ที่ประดิษฐ์ขึ้น และ 58 kV 200 mA 0.40 sec สำหรับ Pinhole camera ของบริษัท ขนาดโฟคอลสปอตด้านยาว ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.09$) เมื่อเปรียบเทียบขนาดโฟคอลสปอตกับวิธี Star test pattern พบว่าทั้ง Pinhole camera ของบริษัทกับ Pinhole camera ที่ประดิษฐ์ขึ้น มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.000$) สรุปผลการวิจัยพบว่า Pinhole camera ที่ประดิษฐ์ขึ้น สามารถวัดค่าโฟคอลสปอตได้ใกล้เคียงกับ Pinhole camera ของบริษัท ถึงแม้ว่าในบางขนาดของโฟคอลสปอตจะให้ผลที่แตกต่างกัน หากได้มีการปรับปรุงคุณภาพของ Collimator เครื่อง Pinhole camera ที่ประดิษฐ์ เช่น หาวิธีที่จะสร้าง collimator ให้เล็กลงกว่าเดิม จะช่วยลด Penumbra จะช่วยให้วัดขนาดโฟคอลสปอตได้ถูกต้องมากขึ้น และทำให้คุณภาพของ Pinhole camera ที่สามารถสร้างได้เอง มีประสิทธิภาพมากขึ้น วารสารเทคโนโลยีการแพทย์เชียงใหม่ 2549; 39: 107-112.

¹ ภาควิชารังสีเทคนิค คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

^{*} ผู้รับผิดชอบบทความ

การวัดขนาดโฟคอลสปอต

การวัดขนาดโฟคอลสปอตทำได้โดยการถ่ายภาพรังสีของอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบแล้วนำมาคำนวณหาค่าโฟคอลสปอตตามหลักการหรือสูตรของอุปกรณ์ที่ใช้

ขนาดโฟคอลสปอตที่วัดได้เป็น Effective Focal Spot¹ ซึ่งวิธีการวัดโฟคอลสปอตในการศึกษาครั้งนี้ใช้วิธี Pinhole camera และ Star test pattern ซึ่ง NEMA ได้กำหนด² ขอบเขตการยอมรับของขนาดโฟคอลสปอตที่วัดได้

ตารางที่ 1 ขอบเขตการยอมรับตามข้อกำหนดของ NEMA ในการหาโฟคอลสปอตขนาดต่างๆ

Nominal focal spot size (mm)	Tolerance (%)
$F = 0.8$	+50
$0.8 < F = 1.5$	+40
$F > 1.5$	+30

ปัจจุบันอุปกรณ์สำหรับวัดของโฟคอลสปอตมีให้เลือกมากมายในท้องตลาดและราคาค่อนข้างสูง หากหน่วยงานสามารถผลิตอุปกรณ์ได้เอง ซึ่งอุปกรณ์ที่ผลิตขึ้นมีข้อผิดพลาดไม่ต่างจากอุปกรณ์ในท้องตลาด ย่อมส่งผลให้ค่าใช้จ่ายลดลง และสามารถใช้ในการควบคุมคุณภาพได้เป็นประจำและไม่ยุ่งยาก

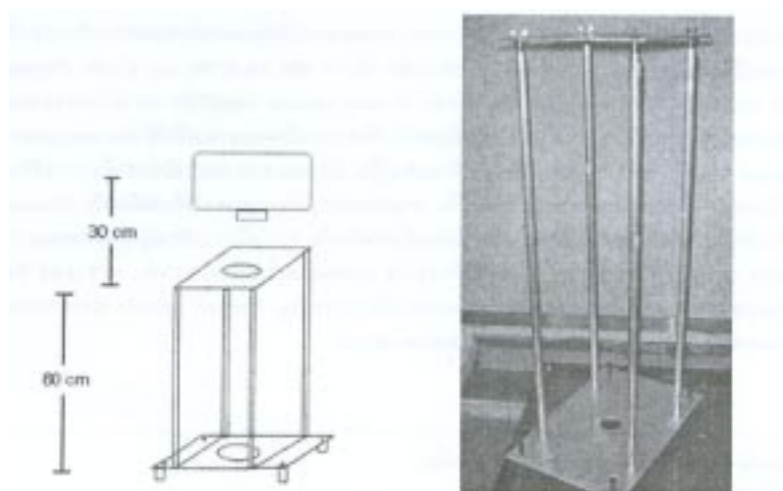
วิธีการ

ผู้วิจัยได้แบ่งขั้นตอนการศึกษาออกเป็นสองขั้นตอน คือขั้นตอนแรกเป็นการสร้าง Pinhole camera ตามที่ออกแบบและขั้นตอนที่สองเป็นขั้นตอนการทดสอบ Pin-

hole camera ที่สร้างขึ้นโดยเปรียบเทียบกับการใช้ Pinhole ที่เป็นผลิตภัณฑ์มาตรฐานที่ซื้อมาจากต่างประเทศ และเทียบกับการใช้อุปกรณ์วัดขนาดโฟคอลสปอต ชนิด Star test pattern

ตอนที่ 1 ขั้นตอนในการสร้าง Pinhole camera

สร้าง Pinhole camera ให้มี Magnification เท่ากับ 2 โดยการสร้างให้ความสูงของ Pinhole camera มีระยะ 60 เซนติเมตร และขณะทดลองจะจัดระยะจากโฟคอลสปอต ถึงรูของ Pinhole camera มีระยะ 30 เซนติเมตร และสร้าง Pinhole camera ได้ดังรูป



รูปที่ 1 การออกแบบและสร้าง Pinhole camera

ตอนที่ 2 ขั้นตอนการทดสอบ

เครื่องเอกซเรย์ที่ใช้ทดสอบวัดขนาดโฟคอลสปอตของเครื่องเอกซเรย์ได้แก่เครื่องเอกซเรย์ที่ภาควิชารังสีเทคนิค คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และเครื่องเอกซเรย์ที่ห้องตรวจเอกซเรย์ หมายเลข 44 แผนกรังสีวิทยา โรงพยาบาลมหาราชนครเชียงใหม่ โดยทำการวัดขนาดโฟคอลสปอตของเครื่องเอกซเรย์ 3 วิธี ได้แก่วิธี Pinhole camera ที่ประดิษฐ์ขึ้น, Pinhole

camera ของบริษัท และวิธี Star test pattern

ผลการทดลอง

ผลการทดลองวัดค่า Focal spot size ด้วย Pin-hole camera ที่ประดิษฐ์ขึ้น โดยใช้วัดค่า Large และ Small Focal spot size ที่มีขนาดตามที่โรงงานระบุมาคือ 1.2 mm^2 และ 0.6 mm^2 ตามลำดับ

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยขนาดโฟคอลสปอตที่ได้จาก Pinhole camera ประดิษฐ์

ชนิดโฟคอลสปอต	ค่าเฉลี่ยขนาดโฟคอลสปอต					
	คงที่ค่า 48 kV					
	กว้าง(mm)			ยาว(mm)		
	0.05 s	0.06 s	0.07 s	0.05 s	0.06 s	0.07 s
Small size (100mA)	0.94	0.85	0.94	0.94	1.03	1.03
Large size (320mA)	คงที่ค่า 48 kV					
	0.04 s	0.06 s	0.08 s	0.04 s	0.06 s	0.08 s
	1.35	1.52	1.52	2.02	2.15	2.15

ค่าเฉลี่ยด้านกว้างของโฟคอลสปอตขนาดเล็กที่วัดได้จาก Pinhole camera ที่ประดิษฐ์ขึ้นเท่ากับ 0.94 mm, 0.85 mm และ 0.94 mm ค่าเฉลี่ยด้านยาวของโฟคอลสปอตขนาดเล็กเท่ากับ 0.94 mm, 1.03 mm และ 1.03 mm จากการตั้งเทคนิค 48 kV 5 mAs, 6 mAs และ 7 mAs ตามลำดับ

ค่าเฉลี่ยด้านกว้างของโฟคอลสปอตขนาดใหญ่ที่วัดได้เท่ากับ 1.35 mm, 1.52 mm และ 1.52 mm ค่าเฉลี่ยด้านยาวของโฟคอลสปอตขนาดใหญ่เท่ากับ 2.02 mm, 2.15 mm และ 2.15 mm จากการตั้งเทคนิค 48 kV 12.8 mAs, 19.2 mAs และ 25.6 mAs ตามลำดับ

การวัดขนาดโฟคอลสปอตด้วย Star test pattern 2⁰

ในการวัดขนาดโฟคอลสปอตด้วย Star test pattern 2⁰ โดยวิธีโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Image J พบว่ามีความคลาดเคลื่อนในการวัดสูง เนื่องจากไม่สามารถอ่านค่า Blurred area ที่ชัดเจนได้ จึงไม่ได้ทำการแสดงผลการวัดขนาดโฟคอลสปอต

เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยขนาดโฟคอลสปอตด้วย Pinhole camera บริษัท, Pinhole camera ประดิษฐ์และ Star test pattern วัดด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ประยุกต์ Image J

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยขนาดโฟคอลสปอตของ เครื่องเอกซเรย์ภาค विशारसीเทคนิค

ชนิดโฟคอลสปอต	ค่าเฉลี่ยขนาดโฟคอลสปอต (mm)					
	บริษัท		ประดิษฐ์		Star test pattern	
	กว้าง	ยาว	กว้าง	ยาว	กว้าง	ยาว
Small size (100mA)	0.62	1.43	0.75	1.07	0.8	1.06
Large size (200mA)	1.44	1.92	1.52	1.95	1.43	2.23

เมื่อนำค่าเฉลี่ยของขนาดโฟคอลสปอตมาเปรียบเทียบกันทั้ง 3 วิธีการวัด พบว่า ด้านกว้างของโฟคอลสปอตขนาดเล็กมีค่า 0.62 mm, 0.75 mm และ 0.80 mm ด้านยาวมีค่า 1.43 mm, 1.07 mm และ 1.06 mm จากวิธี Pinhole camera ของบริษัท Pinhole camera ที่ประดิษฐ์ และ Star test pattern ตามลำดับ

และค่าเฉลี่ยโฟคอลสปอตขนาดใหญ่ ด้านกว้างมีค่า 1.44 mm, 1.52 mm และ 1.43 mm ด้านยาวมีค่า 1.92 mm, 1.95 mm และ 2.23 mm จากวิธี Pinhole camera ของบริษัท Pinhole camera ที่ประดิษฐ์ และ Star test pattern ตามลำดับ

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ยขนาดโฟคอลสปอตของ เครื่องเอกซเรย์ห้อง 44 โรงพยาบาลมหาราช

ชนิดโฟคอลสปอต	ค่าเฉลี่ยขนาดโฟคอลสปอต (mm)					
	บริษัท		ประดิษฐ์		Star test pattern	
	กว้าง	ยาว	กว้าง	ยาว	กว้าง	ยาว
Small size (100mA)	0.63	0.94	0.91	1.0	-	-
Large size (320mA)	1.38	2.15	1.16	2.11	-	-

เมื่อนำค่าเฉลี่ยของขนาดโฟคอลสปอตมาเปรียบเทียบกัน 3 วิธีการวัด พบว่า ด้านกว้างของโฟคอลสปอตขนาดเล็กมีค่า 0.63 mm และ 0.91 mm ด้านยาวมีค่า 0.94 mm และ 1.00 mm จากวิธี Pinhole camera ของบริษัท และ Pinhole camera ที่ประดิษฐ์

ตามลำดับ

และค่าเฉลี่ยโฟคอลสปอตขนาดใหญ่ ด้านกว้างมีค่า 1.38 mm และ 1.16mm ด้านยาวมีค่า 2.15 mm และ 2.11 mm จากวิธี Pinhole camera ของบริษัทและ Pinhole camera ที่ประดิษฐ์ ตามลำดับ

วิเคราะห์ผลการทดลอง

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติ t-test ในการทดสอบขนาดโฟลคอลสปอตทั้งขนาดเล็กและขนาดใหญ่ ได้ผลสรุปดังนี้

1. ขนาดโฟลคอลสปอตของเครื่องเอกซเรย์ที่ภาควิชารังสีเทคนิค ซึ่งวัดโดยนักศึกษารังสีเทคนิค 10 ราย และวัดด้วยโปรแกรม Image J ทำการวัดหาขนาดโฟลคอลสปอตด้วยวิธี Pinhole camera ของบริษัท Pinhole camera ที่ประดิษฐ์ขึ้น และวิธี Star test pattern

1.1 Pinhole camera ของบริษัทเปรียบเทียบกับ Pinhole camera ที่ประดิษฐ์ขึ้น

การสร้างภาพโฟลคอลสปอตขนาดเล็ก (Small Focal Spot) ของเครื่องมือ Pinhole camera ที่ประดิษฐ์ขึ้น กับ Pinhole camera ของบริษัทมีค่าเฉลี่ยทั้งด้านกว้างและด้านยาวของโฟลคอลสปอต มีขนาดไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $\alpha = 0.05$ ($p=0.438$, $p=0.146$ ตามลำดับ) ที่เทคนิค 46 kV 100 mA 0.14 sec

และที่เทคนิค 48 kV 200 mA 0.06 sec สำหรับ Pinhole camera ที่ประดิษฐ์ขึ้น และ 58 kV 200 mA 0.30 sec สำหรับ Pinhole camera ของบริษัทมีขนาดไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $\alpha = 0.05$ ($p=0.211$) ส่วนด้านยาวของโฟลคอลสปอต เทคนิคที่ดีที่สุดที่ทำให้เครื่องมือ Pinhole camera ที่ประดิษฐ์ขึ้นมีค่าเฉลี่ยโฟลคอลสปอตขนาดใหญ่เท่ากับ 1.95 มิลลิเมตร กับ Pinhole camera ของบริษัทซึ่งมีขนาดเฉลี่ย 2.0 มิลลิเมตร มีขนาดไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $\alpha = 0.05$ ($p=0.09$) คือ 48 kV 200 mA 0.08 sec สำหรับ Pinhole camera ที่ประดิษฐ์ขึ้น และ 58 kV 200 mA 0.40 sec สำหรับ Pinhole camera ของบริษัท

1.2 Pinhole camera ของบริษัทเปรียบเทียบกับ Star test pattern

ในการวัดขนาดโฟลคอลสปอตขนาดเล็กพบว่าด้านยาวของโฟลคอลสปอต วิธี Pinhole camera ของบริษัทมีขนาดเฉลี่ยเท่ากับ 1.05 มิลลิเมตร กับค่าเฉลี่ยขนาดโฟลคอลสปอตจากวิธี Star test pattern ซึ่งมีขนาด 1.07 มิลลิเมตร ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $\alpha = 0.05$ ($p=0.452$) แต่ด้านกว้างของโฟลคอลสปอต วิธี Pinhole camera ของบริษัทมีขนาด

เฉลี่ยเท่ากับ 0.60 มิลลิเมตร กับค่าเฉลี่ยขนาดโฟลคอลสปอตจากวิธี Star test pattern ซึ่งมีขนาด 0.77 มิลลิเมตร มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $\alpha = 0.05$ ($p=0.000$) ที่เทคนิค 58 kV 100mA 0.30sec สำหรับ Pinhole camera ของบริษัท และ 42 kV 100 mA 0.02sec สำหรับ Star test pattern

เมื่อทำการเปรียบเทียบโฟลคอลสปอตขนาดใหญ่ด้วยวิธี Pinhole camera ของบริษัท ซึ่งมีค่าเฉลี่ยขนาดโฟลคอลสปอตด้านกว้างเท่ากับ 1.40 มิลลิเมตรและด้านยาวเท่ากับ 2.0 มิลลิเมตร กับ Star test pattern ซึ่งมีค่าเฉลี่ยขนาดโฟลคอลสปอตด้านกว้างเท่ากับ 1.68 มิลลิเมตร และด้านยาวเท่ากับ 2.22 มิลลิเมตร พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $\alpha = 0.05$ ($p=0.000$) ทั้งด้านกว้างและด้านยาวของโฟลคอลสปอต

1.3 Pinhole camera ที่ประดิษฐ์ขึ้นเปรียบเทียบกับ Star test pattern

เมื่อเปรียบเทียบวิธี Pinhole camera ที่ประดิษฐ์ขึ้นกับวิธี Star test pattern แล้วพบว่า ด้านกว้างของโฟลคอลสปอตขนาดเล็กซึ่งวัดด้วยวิธี Pinhole camera ที่ประดิษฐ์ขึ้นมีค่าเฉลี่ย 0.68 มิลลิเมตร ด้านยาวมีค่าเฉลี่ย 1.01 มิลลิเมตร และวิธี Star test pattern ด้านกว้างมีค่าเฉลี่ย 0.77 มิลลิเมตร ด้านยาวมีค่าเฉลี่ย 1.07 มิลลิเมตร ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $\alpha = 0.05$ ($p=0.000$) ทั้งด้านกว้างและด้านยาวของโฟลคอลสปอต

ค่าเฉลี่ยโฟลคอลสปอตขนาดใหญ่วิธี Pinhole camera ที่ประดิษฐ์ขึ้น พบว่าด้านกว้างโฟลคอลสปอตมีขนาด 1.47 มิลลิเมตร ด้านยาว 1.95 มิลลิเมตร ส่วนวิธี Star test pattern พบว่าด้านกว้างโฟลคอลสปอตมีขนาด 1.68 มิลลิเมตร ด้านยาว 2.22 มิลลิเมตรซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $\alpha = 0.05$ ($p=0.000$)

2. ขนาดโฟลคอลสปอตของเครื่องเอกซเรย์ที่ห้องเอกซเรย์หมายเลข 44 โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยนครเชียงใหม่ ซึ่งวัดโดยนักศึกษารังสีเทคนิค 10 ราย และวัดด้วยโปรแกรม Image J ด้วยวิธีการหาขนาดโฟลคอลสปอตต่าง ๆ ดังนี้

2.1 Pinhole camera ของบริษัทเปรียบเทียบกับ Pinhole camera ที่ประดิษฐ์ขึ้น

ด้านกว้างที่วัดและด้านยาวด้วย Pinhole camera ของบริษัทกับด้านกว้างที่วัดด้วย Pinhole camera และด้านยาวของโฟคอลสปอตขนาดเล็กมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $\alpha = 0.05$ ($p=0.000$, $p=0.002$ ตามลำดับ)

ที่โฟคอลสปอตขนาดใหญ่พบว่าทั้งด้านกว้างและด้านยาวไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $\alpha = 0.05$ ($p=0.214$)

2.2 Pinhole camera ของบริษัทเปรียบเทียบกับ Star test pattern

ขนาดโฟคอลสปอตขนาดเล็กวัดโดย Pinhole camera ของบริษัทด้านกว้างและด้านยาวและวัดโดยวิธี Star test pattern มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $\alpha = 0.05$ ($p=0.000$, $p=0.002$ ตามลำดับ) และโฟคอลสปอตขนาดใหญ่ทั้งด้านกว้างและด้านยาวมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $\alpha = 0.05$ ($p=0.000$, $p=0.012$ ตามลำดับ)

2.3 Pinhole camera ที่ประดิษฐ์ขึ้นเปรียบเทียบกับ Stat test pattern

เมื่อทำการเปรียบเทียบ Stat test pattern ด้วย Pinhole camera ที่ประดิษฐ์ขึ้น พบว่า ทั้งด้านกว้างและด้านยาวของโฟคอลสปอตขนาดเล็กไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $\alpha = 0.05$ ($p=0.272$, $p=0.113$ ตามลำดับ)

ส่วนโฟคอลสปอตขนาดใหญ่พบว่าทั้งด้านกว้างและด้านยาวมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $\alpha = 0.05$ ($p=0.002$, $p=0.000$ ตามลำดับ)

บทสรุป

สร้างเครื่อง Pinhole camera โดยที่สามารถทำให้ Collimator ของ Pinhole camera มีขนาดเล็กที่สุดเท่ากับ 0.39 มิลลิเมตร และสร้างให้ภาพของโฟคอลสปอตมีอัตราขยาย 2 เท่า ซึ่งได้ตรงกับค่า Minimum Magnification สำหรับโฟคอลสปอตขนาด 0.4-2.5 มิลลิเมตร

ได้ Pinhole camera ราคาถูก ซึ่งสามารถใช้หา

ขนาดโฟคอลสปอตได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งโฟคอลสปอตขนาดใหญ่ แต่ไม่เหมาะสมที่จะใช้วัดโฟคอลสปอตขนาดเล็ก ซึ่งการศึกษาครั้งต่อไปควรมีการปรับปรุง Pinhole camera ให้สามารถหาโฟคอลสปอตขนาดเล็กได้

เมื่อทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยขนาดโฟคอลสปอตขนาดเล็กที่สร้างได้จาก Pinhole camera ที่ประดิษฐ์ขึ้นกับ Pinhole camera ของบริษัทที่เครื่องเอกซเรย์ ภาควิชารังสีเทคนิค พบว่าให้ผลไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $\alpha = 0.05$ ส่วนโฟคอลสปอตขนาดใหญ่พบว่าให้ผลที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $\alpha = 0.05$ เช่นกัน แต่ต้องตั้งค่าเทคนิคในการวัดขนาดโฟคอลสปอตเพื่อใช้ในการวัดด้านกว้างและด้านยาวของโฟคอลสปอตที่แตกต่างกัน และเมื่อเปรียบเทียบขนาดโฟคอลสปอตจากวิธี Pinhole camera ที่ประดิษฐ์กับ Star test pattern และวิธี Pinhole camera ของบริษัทกับ Star test pattern พบว่า ทั้ง Pinhole camera ที่ประดิษฐ์และ Pinhole camera ของบริษัท ให้ผลที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ $\alpha = 0.05$ กับวิธี Star test pattern เช่นกัน

เมื่อทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยขนาดโฟคอลสปอตของเครื่องเอกซเรย์ ห้องหมายเลข 44 โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ พบว่า ค่าเฉลี่ยด้านกว้างและด้านยาวของโฟคอลสปอตขนาดเล็กมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $\alpha = 0.05$ ที่โฟคอลสปอตขนาดใหญ่ พบว่าค่าเฉลี่ยด้านกว้างและด้านยาวไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ แต่ต้องตั้งค่าเทคนิคในการวัดขนาดโฟคอลสปอตเพื่อใช้ในการวัดด้านกว้าง และด้านยาวของโฟคอลสปอตที่แตกต่างกัน

เอกสารอ้างอิง

1. Papp J. Quality management in the imaging sciences. St. Louis: Mosby, 1998: 91-92.
2. Gray JE, Winkler NT, Stears J, Frank ED. Quality control in diagnostic imaging. Baltimore: University Park Press, 1983: 83