



กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์
DEPARTMENT OF MEDICAL SCIENCES

มาตรฐานการควบคุมคุณภาพ เครื่องสร้างภาพทางรังสีระบบดิจิทัล



Quality Standards of
Digital Radiography

มาตรฐานการควบคุมคุณภาพเครื่องสร้างภาพ
ทางรังสีระบบดิจิทัล
(Quality Standards of Digital Radiography)

กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์
กระทรวงสาธารณสุข

มาตรฐานการควบคุมคุณภาพเครื่องสร้างภาพทางรังสีระบบดิจิทัล
(Quality Standards of Digital Radiography)

ISBN 978-616-11-5455-4

จัดทำโดย กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข

พิมพ์ครั้งที่ 1 2568

จำนวน 500 เล่ม

สงวนลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติลิขสิทธิ์

พิมพ์ที่ บริษัท ปิยอนด์ พับลิชชิง จำกัด

โทร. 0-2672-2534-5 โทรสาร. 0-2672-2525

คำนิยม

กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ ในฐานะหน่วยงานหลักด้านการพัฒนามาตรฐานห้องปฏิบัติการรังสีวินิจฉัย ได้กำหนดนโยบายเชิงรุกเพื่อยกระดับคุณภาพการบริการรังสีวินิจฉัยให้สอดคล้องกับมาตรฐานสากล โดยกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ร่วมกับคณาจารย์จากมหาวิทยาลัยขอนแก่น มหาวิทยาลัยรามคำแหง มหาวิทยาลัยนเรศวร มหาวิทยาลัยนวมินทราธิราช และโรงพยาบาลบ้านหมี่ ร่วมเป็นคณะจัดทำมาตรฐานการควบคุมคุณภาพเครื่องสร้างภาพทางรังสีระบบดิจิทัล (Quality Standards of Digital Radiography) เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานสามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการปฏิบัติงาน



ทั้งนี้เครื่องสร้างภาพทางรังสีระบบดิจิทัลเป็นเทคโนโลยีที่ก้าวหน้าอย่างรวดเร็วและต่อเนื่อง เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการวินิจฉัยโรค โดยเฉพาะเครื่องเอกซเรย์วินิจฉัยระบบดิจิทัลซึ่งเป็นอุปกรณ์สำคัญที่ช่วยให้แพทย์ประเมินความผิดปกติของอวัยวะต่าง ๆ และวินิจฉัยโรคได้อย่างถูกต้อง แม่นยำ ดังนั้น การควบคุมคุณภาพเครื่องสร้างภาพทางรังสีระบบดิจิทัลตามมาตรฐานสากล จึงเป็นสิ่งสำคัญที่จะสร้างความมั่นใจต่อการตัดสินใจทางการแพทย์

กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์หวังเป็นอย่างยิ่งว่ามาตรฐานฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ และเป็นเครื่องมือที่สำคัญในการพัฒนามาตรฐานห้องปฏิบัติการรังสีวินิจฉัยของไทยให้ทัดเทียมนานาชาติ สร้างความเชื่อมั่นในระดับภูมิภาคอาเซียน และในระดับสากล อันจะส่งผลต่อการยกระดับคุณภาพชีวิตของประชาชนผ่านการรับบริการทางการแพทย์ที่ปลอดภัย ถูกต้อง และมีประสิทธิภาพสูงสุดแก่ผู้ใช้งานเครื่องสร้างภาพทางรังสี

พญช ธรรมวุฒิ

(นายแพทย์ยงยศ ธรรมวุฒิ)

อธิบดีกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์

บทนำ

มาตรฐานการควบคุมคุณภาพเครื่องสร้างภาพทางรังสีระบบดิจิทัล เป็นแนวทางในการวางแผนการควบคุมคุณภาพเครื่องสร้างภาพทางรังสีระบบดิจิทัล เพื่อให้มั่นใจได้ว่าการถ่ายภาพรังสีนั้นมีคุณภาพและมีความปลอดภัยต่อผู้ป่วยและผู้ปฏิบัติงาน ซึ่งภาพถ่ายทางรังสีจากเครื่องเอกซเรย์เป็นหนึ่งในองค์ประกอบที่สำคัญในการช่วยวินิจฉัยรอยโรคทางการแพทย์ที่เกิดขึ้นกับผู้ป่วยในบริเวณที่ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า เพื่อความถูกต้องและแม่นยำในการวางแผนรักษาของแพทย์ ปัจจุบันมีการพัฒนาทางด้านเทคโนโลยีในรูปแบบระบบดิจิทัล (Digital) ซึ่งแผ่นรับภาพทางรังสีเป็นหนึ่งในเครื่องมือที่ถูกพัฒนาเป็นเครื่องสร้างภาพทางรังสีระบบดิจิทัล (Digital Radiography System) ซึ่งเครื่องสร้างภาพทางรังสีระบบดิจิทัลเป็นประโยชน์ต่อผู้ปฏิบัติงาน ลดระยะเวลาในการสร้างภาพถ่ายทางรังสี และช่วยให้แพทย์ประเมินความผิดปกติของอวัยวะต่างๆได้

กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข มีบทบาทหน้าที่ในการกำกับดูแล ควบคุมคุณภาพเครื่องสร้างภาพทางรังสีระบบดิจิทัล และช่วยส่งเสริมสนับสนุนระบบคุณภาพมาตรฐานห้องปฏิบัติการทางรังสีตามมาตรฐานกระทรวงสาธารณสุข การดำเนินการจัดทำมาตรฐานฉบับนี้ ได้รับความร่วมมือจากคณาจารย์จากมหาวิทยาลัยที่มีความรู้ความสามารถทางด้านการควบคุมคุณภาพเครื่องสร้างภาพทางรังสีระบบดิจิทัล และบุคลากรจากกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์

มาตรฐานการควบคุมคุณภาพเครื่องสร้างภาพทางรังสีระบบดิจิทัล จัดทำขึ้นเพื่อการควบคุมคุณภาพภาพถ่ายทางรังสีช่วยให้แพทย์สามารถตรวจวินิจฉัยโรคและรักษาได้อย่างถูกต้อง และช่วยในการวางแผนพัฒนาการให้บริการด้านรังสีวินิจฉัยของโรงพยาบาล เพื่อระบบบริการสุขภาพที่ดีมีประสิทธิภาพให้กับประชาชน สอดคล้องกับนโยบายของรัฐบาลในการสร้างหลักประกันสุขภาพ

สารบัญ

	หน้า
การทดสอบคุณภาพเครื่องสร้างภาพระบบดิจิทัล	1
การปฏิบัติในการทดสอบคุณภาพเครื่องสร้างภาพระบบดิจิทัล	2
อุปกรณ์ในการทดสอบคุณภาพเครื่องสร้างภาพระบบดิจิทัล	3
การตรวจสอบเครื่องสร้างภาพระบบดิจิทัลแบบ DR (Digital Radiography)	5
Dark Noise	7
การวัดปริมาณรังสีสำหรับการทดสอบคุณภาพ	10
- การวัดปริมาณรังสีสำหรับการทดสอบคุณภาพตามเงื่อนไข IEC 62494-1	10
- การวัดปริมาณรังสีสำหรับการทดสอบคุณภาพตามเงื่อนไขที่ Phantom กำหนด	17
Calibration of DR unit Exposure Index; EI	18
Exposure Index repeatability; EI repeatability	20
Signal transfer properties; STP	22
Measured uniformity	25
Signal-to-Noise Ratio Uniformity; SNR Uniformity	28
Contrast-to-Noise Ratio; CNR	30
Limiting spatial resolution	33
Low contrast detectability	36
Accuracy of measured dimensions	39
การตรวจสอบเครื่องสร้างภาพระบบดิจิทัลแบบ CR (Computed Radiography)	41
Dark Noise	44
การวัดปริมาณรังสีสำหรับการทดสอบคุณภาพ	47
- การวัดปริมาณรังสีสำหรับการทดสอบคุณภาพตามเงื่อนไขที่บริษัทผู้ผลิตกำหนด	47
- การวัดปริมาณรังสีสำหรับการทดสอบคุณภาพตามเงื่อนไขที่ Phantom กำหนด	49
Calibration of DR unit Exposure Index; EI	50
Exposure Index repeatability; EI repeatability	52
Signal transfer properties; STP	53
Measured Uniformity	57
Erasure cycle efficiency	60
Limiting spatial resolution	62

สารบัญ

	หน้า
Low contrast detectability	65
Accuracy of measured dimensions	68
Blurring/line defects	70
Laser beam function	72
Moiré Patterns visible and anti-scatter grids	74
ภาคผนวก	75
นियามศัพท์	83
เอกสารอ้างอิง	86

การทดสอบคุณภาพเครื่องสร้างภาพระบบดิจิทัล

ปัจจุบันระบบการสร้างภาพมีการพัฒนามากขึ้น โดยเปลี่ยนจากระบบฟิล์ม-สกรีนไปสู่ระบบดิจิทัล ในการนำรังสีเอกซ์มาใช้ประโยชน์ในการถ่ายภาพทางรังสีจากเครื่องเอกซเรย์วินิจฉัย ซึ่งเครื่องมือที่ใช้ในกระบวนการสร้างภาพถ่ายทางรังสีที่ใช้ในสถานพยาบาล มี 2 ประเภท คือ เครื่องสร้างภาพแบบ Computed radiography (CR) และเครื่องสร้างภาพแบบ Digital radiography (DR) ซึ่งเครื่องสร้างภาพแบบ Computed radiography (CR) ประกอบด้วยส่วนประกอบที่สำคัญ คือ แผ่นรับภาพ (Imaging Plate) และเครื่องอ่านสัญญาณจากแผ่นรับภาพ (CR Reader) ซึ่งเครื่องสร้างภาพระบบดิจิทัล แบบ CR หรือ Computed Radiography เป็นเครื่องที่สามารถแปลงสัญญาณภาพเอกซเรย์แบบอะนาล็อกเป็นภาพดิจิทัล โดยใช้อุปกรณ์รับภาพที่เรียกว่า Image plate แทนการใช้ฟิล์มแบบดั้งเดิม ซึ่งจะสามารถแสดงภาพถ่ายทางรังสีของผู้ป่วยผ่านทางหน้าจอคอมพิวเตอร์ได้ในเวลาที่รวดเร็ว รวมทั้งสามารถเก็บข้อมูลผ่านทางระบบ PACs (Picture Archiving and Communication system) และส่งพิมพ์ภาพให้อยู่ในรูปแบบของฟิล์ม กระดาษ หรือบันทึกลงในแผ่นซีดี/ดีวีดีได้ ส่วนเครื่องสร้างภาพแบบ DR ใช้หลักการพื้นฐานของรังสีเอกซ์ในการทะลุผ่านวัตถุที่ต้องการตรวจสอบ เมื่อรังสีมาตกกระทบ Detector ส่วนประมวลผลของระบบจะนำสัญญาณที่ได้มาประมวลผลพร้อมจำลองรูปทรงของวัตถุแสดงผลที่หน้าจอคอมพิวเตอร์ ซึ่งเครื่องสร้างภาพระบบดิจิทัลแบบ DR จะไม่ใช่แผ่นรับภาพ (Imaging plate: IP) แต่ใช้ Detector หรือ Sensor ที่เรียกว่า Flat panel detector เมื่อรังสีเอกซ์ที่ออกจากหลอดเอกซเรย์กระทบตัวผู้ป่วย รังสีเอกซ์ที่ผ่านตัวผู้ป่วยจะตกกระทบ Detector เมื่อ Detector ได้รับรังสีเอกซ์แล้วก็จะเปลี่ยนรูปแบบพลังงานจากพลังงานรังสีเป็นสัญญาณไฟฟ้าจากนั้นก็ส่งสัญญาณไฟฟ้าเข้าเครื่องประมวลผลได้ภาพเอกซเรย์ออกมาทันที โดยที่ไม่ต้องผ่านเครื่องอ่านสัญญาณจากแผ่นรับภาพเหมือนเครื่องสร้างภาพระบบดิจิทัลแบบ CR

การปฏิบัติในการทดสอบคุณภาพเครื่องสร้างภาพระบบดิจิทัล

ข้อแนะนำเกี่ยวกับเครื่องเอกซเรย์ที่ใช้ในการทดสอบ

เครื่องเอกซเรย์ควรได้รับการทดสอบคุณภาพมาตรฐานจากกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ เช่น ความแม่นยำ (Accuracy) ของค่าความต่างศักย์หลอด ความทำซ้ำ (Reproducibility) ของปริมาณรังสี การเชื่อมต่อระหว่างลำรังสีกับแสงไฟในแต่ละด้าน ค่าความหนาครึ่งค่า (HVL) และเป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบความถี่สูง (High Frequency)

ข้อแนะนำในการทดสอบ

เนื่องจากการทดสอบประสิทธิภาพ ความไวของระบบ และคุณภาพของแผ่นรับภาพ จึงมีข้อแนะนำ ดังนี้

1. ในขั้นตอนการสร้างภาพไม่ควรใช้ Image Processing หรือใช้แต่น้อย
2. เงื่อนไขคงที่
3. ใช้จอแสดงผลที่ใช้งานประจำ และใช้จอเดิมตั้งแต่เริ่มต้นจนเสร็จสิ้นกระบวนการทดสอบ
4. บางผลิตภัณฑ์สามารถใช้ Software สำหรับ QC ได้แต่ต้องอ้างอิงกับมาตรฐาน
5. ตรวจสอบค่าความต่างศักย์หลอดเอกซเรย์ (kVp) และค่าการรองรับสีตามเงื่อนไขบริษัทผู้ผลิตกำหนด

ก่อนการทดสอบ

กระบวนการสร้างภาพ

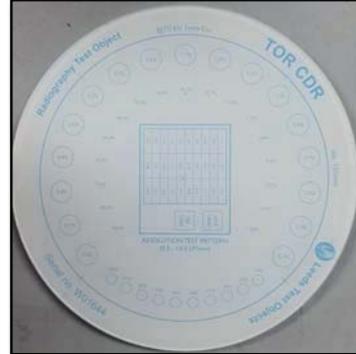
1. สามารถใช้ Pre-processing correction ได้
2. ไม่ควรใช้ Image post-processing มีผลต่อการทดสอบคุณภาพ
3. ภาพที่ได้จากการทดสอบควรมีความสม่ำเสมอ
4. ภาพที่ได้จากการทดสอบ STP ควรมีลักษณะเป็นความสัมพันธ์แบบเชิงเส้น ระหว่างค่าปริมาณรังสีกับค่าพิกเซล (Pixel value: PV)
5. ภาพที่ได้บันทึกไว้ใช้อ้างอิงในการทดสอบครั้งถัดไป (Baseline)

ปัจจัยที่มีผลต่อการวิเคราะห์ภาพ

1. คุณภาพของจอภาพที่ใช้แสดงผล ควรใช้จอภาพทางการแพทย์ (Medical grade monitors)
2. ความสว่างภายในห้อง/แสงแวดล้อม (Room luminance)
3. ระยะห่างระหว่างจอภาพและผู้วิเคราะห์ภาพ (Distance viewing)
4. ทักษะและความชำนาญการอ่านภาพของแต่ละบุคคล (Skill of person)
5. การนำออกของภาพที่ได้จากการทดสอบ ในกรณีที่ใช้ Image post-processing บริษัทผู้ผลิตต้องมีการระบุ Image type Width และ Height ของภาพ

อุปกรณ์ในการทดสอบคุณภาพเครื่องสร้างภาพระบบดิจิทัล

1. วัตถุทดสอบ (PHANTOM)



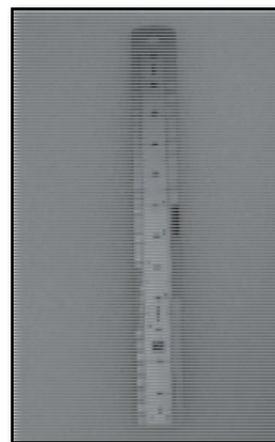
2. เครื่องวัดปริมาณรังสี พร้อมอุปกรณ์ประกอบ



3. ตลับเมตร

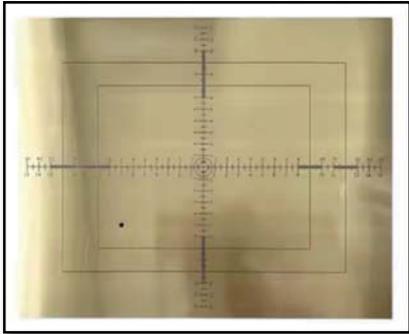


4. ไม้บรรทัดเหล็ก



อุปกรณ์ในการทดสอบคุณภาพเครื่องสร้างภาพระบบดิจิทัล

5. Beam Test Tools



6. เสื้อตะกั่ว



7. เครื่องเอกซเรย์



8. แผ่นรับภาพ



9. จอสำหรับการประเมินภาพ



การทดสอบเครื่องสร้างภาพระบบดิจิทัลแบบ DR (Digital Radiography)

ตารางที่ 1 เกณฑ์การยอมรับสำหรับการทดสอบเครื่องสร้างภาพระบบดิจิทัลแบบ DR

พารามิเตอร์ที่ตรวจสอบ	เกณฑ์การยอมรับ
Dark noise	ไม่เกิน $\pm 50\%$ ของ baseline
Calibration of DR unit Exposure Index; EI	ค่าความคลาดเคลื่อนไม่เกิน $\pm 20\%$
Exposure Index repeatability; EI repeatability	$CV < 10\%$
Signal Transfer Properties; STP	$R^2 > 0.98$
Measured Uniformity	ค่าที่ได้ไม่เกิน $\pm 10\%$
Signal-to-Noise Ratio Uniformity; SNR Uniformity	ไม่เกิน $\pm 30\%$ ของ baseline
Contrast-to-Noise Ratio; CNR	ไม่เกิน $\pm 10\%$ ของ baseline
Limiting spatial resolution	ต้องไม่น้อยกว่าครั้งก่อนหน้าหรือการตรวจรับครั้งแรก
Low contrast detectability	ต้องไม่น้อยกว่าครั้งก่อนหน้าหรือการตรวจรับครั้งแรก
Accuracy of measured dimensions	ค่าความคลาดเคลื่อนไม่เกิน $\pm 1\%$

1. Dark Noise

คำอธิบายและวัตถุประสงค์ :

สัญญาณรบกวนมืด (Dark noise) เป็นสัญญาณรบกวนที่ไม่พึงประสงค์ที่เกิดจากความผันผวนของความร้อนที่เกิดขึ้นใน Photodiode และสายไฟฟ้า (Cable) ภายในแผ่นรับภาพ ขณะที่ไม่มีรังสีหรือแสง (Dark) สัญญาณภาพรบกวนจะส่งผลกระทบต่อสมรรถนะของระบบสร้างภาพดิจิทัลเนื่องจากทำให้เกิดสิ่งรบกวน (Artifact) ซึ่งบดบังรายละเอียดของภาพโดยเฉพาะในวัตถุที่มีโครงสร้างขนาดเล็ก (Small structure) และวัตถุที่มีโครงสร้างที่มีคอนทราสต์ต่ำ (Low contrast structure) การตรวจสอบ Dark noise จึงเป็นการดำเนินการเพื่อคงสมรรถนะของระบบสร้างภาพรังสี โดยการเผ่าระวังไม่ให้แผ่นรับภาพทางรังสีมีสิ่งรบกวนค่าที่กำหนดอันเนื่องมาจาก Dark current ที่ทำให้มีไอออนเกิดสิ่งแปลกปลอมที่อาจนำไปสู่การวินิจฉัยว่าผู้ป่วยมีพยาธิสภาพ หรือการวินิจฉัยที่ผิดพลาด

เครื่องมือ/อุปกรณ์ :

1. แผ่นรับภาพ
2. เครื่องคอมพิวเตอร์พร้อมโปรแกรมสำหรับวิเคราะห์ภาพ
3. แผ่นยางตะกั่ว หรือเสื้อตะกั่ว
4. เครื่องเอกซเรย์

วิธีทดสอบ :

1. ปิดคอลลิเมเตอร์ให้สนิททุกด้าน กรณีไม่สามารถปิดสนิทได้ให้ปิดด้วยแผ่นตะกั่ว
2. นำแผ่นรับภาพไปไว้ในบริเวณห้องควบคุมเครื่องเอกซเรย์ หรือให้ไกลจากหลอดเอกซเรย์
3. กำหนดการถ่ายภาพรังสีแบบ Non processing
4. เลือกตั้งค่าเทคนิค kVp และ mAs ให้น้อยที่สุดเท่าที่เครื่องเอกซเรย์สามารถทำงานได้ (เช่น 40 -50 kVp 0.5 -1 mAs) ในกรณีที่ถ่ายภาพไม่ติดให้เพิ่ม kVp
5. กรณีที่ฉายรังสีแล้วภาพไม่ปรากฏภาพให้นำแผ่นรับภาพมาวางใกล้หลอดเอกซเรย์ แล้วเปิดคอลลิเมเตอร์เล็กน้อย พร้อมใช้แผ่นตะกั่วหรือเสื้อตะกั่วปิดแผ่นรับภาพ ดังภาพที่ 1
6. ถ่ายภาพมืด (Dark Image)



ภาพที่ 1 ตัวอย่างการฉายรังสีที่ต้องใช้เสื้อตะกั่วปิดและเปิดมมเล็กน้อยเพื่อรับรังสี

การวิเคราะห์ผล :

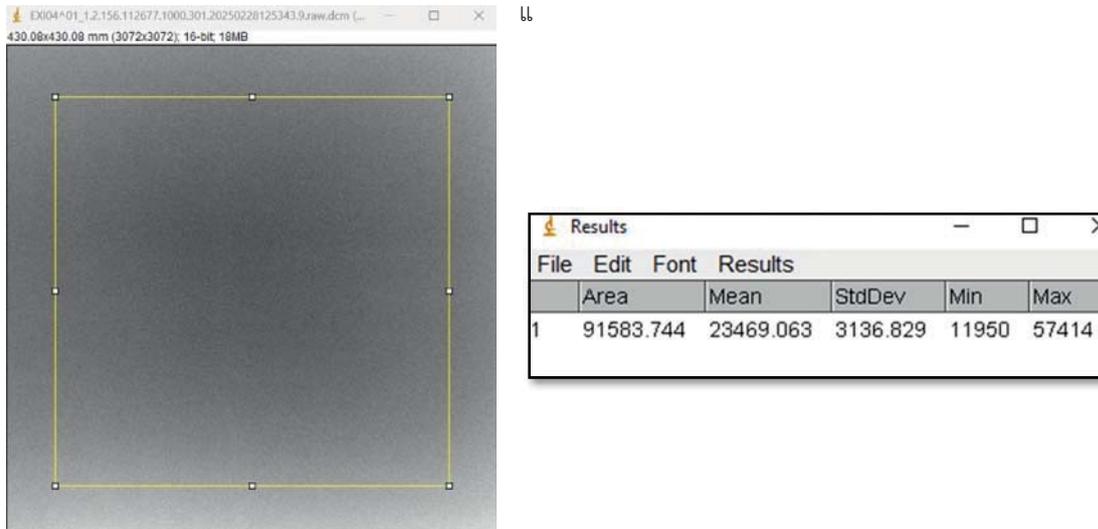
1. ประเมินด้วยสายตาและสังเกตภาพ ต้องได้ภาพที่ชัดเจนและสม่ำเสมอโดยปราศจากสิ่งแปลกปลอม
2. อ่านภาพและวาด ROI (Region of interest) ขนาดพื้นที่ 80% ตรงกลางของภาพตามตัวอย่างภาพที่ 2 บันทึกค่าเฉลี่ยของค่าพิกเซล (Mean PV) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (PVSD)
3. บันทึกค่าเป็น baseline หากเป็นการทดสอบครั้งแรก

ขอบเขตการยอมรับ :

ไม่เกิน $\pm 50\%$ ของ baseline

ความถี่ในการทดสอบ :

1. การทดสอบเพื่อการตรวจรับ
2. ทดสอบทุก 6 เดือน



ภาพที่ 2 ตัวอย่างการทดสอบสัญญาณรบกวนมิติที่แสดงค่าเฉลี่ยของค่าพิกเซล (Mean PV) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (PVSD)

การดำเนินการแก้ไข :

สำหรับระบบการถ่ายภาพรังสี ให้ทำซ้ำและแน่ใจว่าไม่มีภาพคางหรือปรากฏสิ่งแปลกปลอม หากปัญหา ยังคงอยู่ ให้ตรวจสอบการรั่วไหลของแสงในคอลลิเมเตอร์หรือไม่ หากไม่พบความผิดปกติดังกล่าวควรหาหรือเกี่ยวกับ คุณภาพของภาพกับผู้ใช้ระบบว่าข้อผิดพลาดนี้ส่งผลต่อการประเมินภาพทางคลินิกหรือไม่ หากการปรับเทียบใหม่ หรือการแนะนำการแก้ไขไม่สามารถแก้ปัญหานี้ได้ ควรพิจารณาเปลี่ยนตัวรับภาพ

2. การวัดปริมาณรังสีสำหรับการทดสอบคุณภาพ

2.1 การวัดปริมาณรังสีสำหรับการทดสอบคุณภาพตามเงื่อนไข IEC 62494-1

วัตถุประสงค์ : เพื่อให้ทราบค่าปริมาณรังสีที่แผ่นรับภาพ (Dose Air Kerma ; DAK) ที่ใช้ในการทดสอบคุณภาพ

เครื่องมือ/อุปกรณ์ :

1. เครื่องวัดปริมาณรังสี พร้อมอุปกรณ์ประกอบ
2. แผ่นกรองรังสี (แผ่นทองแดง หนา 0.5 มิลลิเมตร กับแผ่นอะลูมิเนียม หนา 0-4 มิลลิเมตร)
3. ตลับเมตร
4. แผ่นตะกั่ว หรือเสื้อตะกั่ว
5. เครื่องเอกซเรย์

วิธีทดสอบ :

1. จัดวางหัววัดรังสีห่างจากจุดโฟกัสของหลอดเอกซเรย์ (SID) ประมาณ 180 เซนติเมตร หรือมากที่สุด

กรณีหัววัดเป็นแบบไอออนไนเซชันแชมเบอร์ (Ionization Chamber) วางหัววัดรังสีอยู่กลางลำรังสีเครื่องเอกซเรย์ ที่ระยะ 127 เซนติเมตร จากจุดโฟกัสหลอดเอกซเรย์ ให้วางแผ่นตะกั่วไว้บนเตียงหรือพื้นเพื่อลดรังสีกระเจิง (ภาพที่ 3 และภาพที่ 5)

กรณีหัววัดเป็นแบบโซลิดสเตท (Solid State) สามารถวางหัววัดรังสีบนแผ่นตะกั่วหรือเสื้อตะกั่วหรือจะวางแบบกรณีหัววัดเป็นแบบไอออนไนเซชันแชมเบอร์ (Ionization Chamber) (ภาพที่ 4 และภาพที่ 6)

2. ติดแผ่นกรองรังสีที่ด้านหน้าคอลลิเมเตอร์ (Collimator) 0.5 mm Cu กับ 0-4 mm Al (ต้องติดให้แผ่นกรองรังสี Cu ใกล้กับหลอดเอกซเรย์และตามด้วยแผ่น Al) โดยให้ความต่างศักย์ที่หลอดเอกซเรย์อยู่ในช่วง 66-74 kVp ตาม ตารางที่ 2 หากไม่เป็นไปตามเงื่อนไขข้างต้นให้อ้างอิงตามเงื่อนไขที่บริษัทผู้ผลิตกำหนด

ตารางที่ 2 เงื่อนไขที่ใช้ในการหาค่าปริมาณรังสีที่หัววัดรังสี (IEC 62494-1)

kVp	การกรองรังสี	HVL	IEC
66 - 74	21 mm Al หรือ 0.5 mm Cu + (0-4 mm Al)	6.8 mm Al \pm 0.3 mm Al	RQA5

3. ทาค่า Half-Value Layer (HVL) ให้ได้ 6.8 mm Al \pm 0.3 mm Al หรืออยู่ในช่วงระหว่าง 6.5 mm Al ถึง 7.1 mm Al จากนั้นปฏิบัติตามขั้นตอนในภาพที่ 7 หากในกรณีที่หัววัดรังสีไม่สามารถอ่านค่า HVL ได้ให้ปฏิบัติตามขั้นตอนในภาพที่ 8

4. ตั้งค่าเทคนิคการฉายรังสีโดยใช้ค่า kVp ที่ทำให้ได้ค่า Half-Value Layer (HVL) 6.8 mm Al \pm 0.3 mm Al ตามข้อ 3 และปรับค่า mAs เพื่อให้ได้ค่าปริมาณรังสีที่แผ่นรับภาพ (DAK) ที่แผ่นรับภาพ โดยประมาณ 1, 5, 10, 12 และ 20 μ Gy (ให้ได้ค่าที่ใกล้เคียงมากที่สุด) แล้วบันทึกค่าเทคนิคและค่าปริมาณรังสีที่วัดได้ ทำซ้ำ 3 ครั้ง หากไม่เป็นไปตามเงื่อนไขข้างต้นให้อ้างอิงตามเงื่อนไขที่บริษัทผู้ผลิตกำหนด

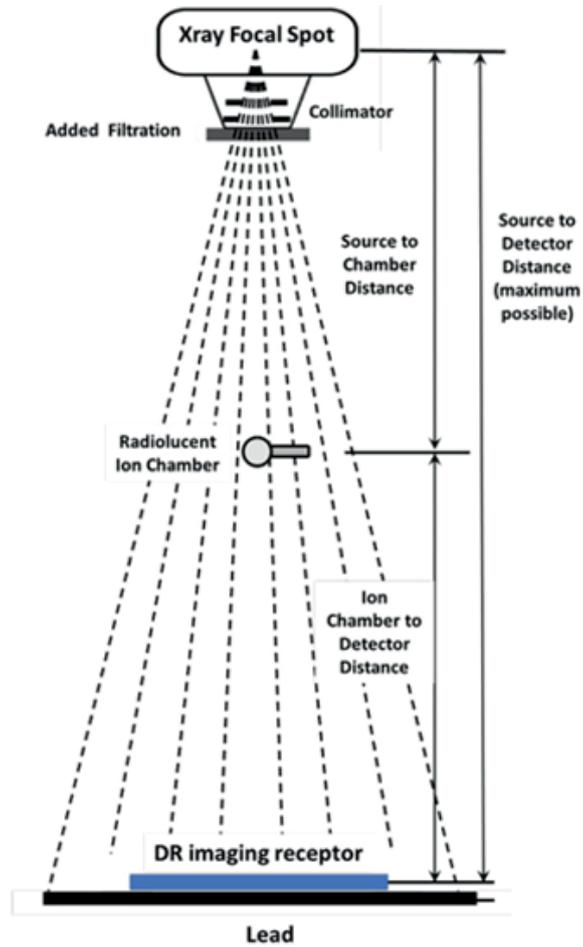
ในกรณีที่หัววัดอยู่สูง 127 เซนติเมตร สามารถคำนวณค่าปริมาณรังสีที่วัดได้ไปยังแผ่นรับภาพจากสูตรกฎกำลังสองผกผัน (Inverse Square Law) ดังสมการที่ (1)

$$I \propto \frac{1}{d^2}$$

↓

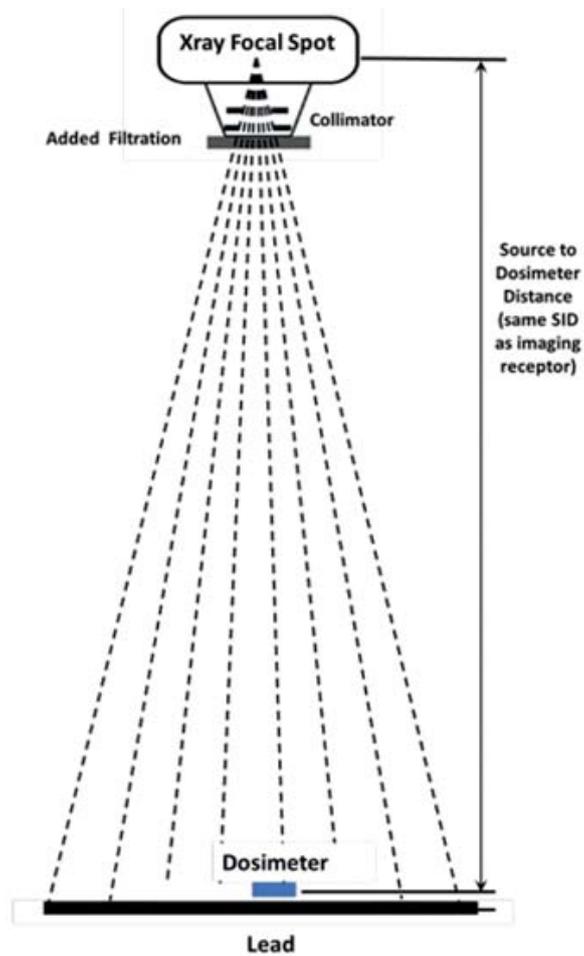
$$\frac{I_1}{I_2} = \left(\frac{d_2}{d_1}\right)^2 \quad \text{----- (1)}$$

โดยที่ I_1 คือ อัตราปริมาณรังสีที่ระยะทาง d_1 จากต้นกำเนิดรังสี
 I_2 คือ อัตราปริมาณรังสีที่ระยะทาง d_2 จากต้นกำเนิดรังสี



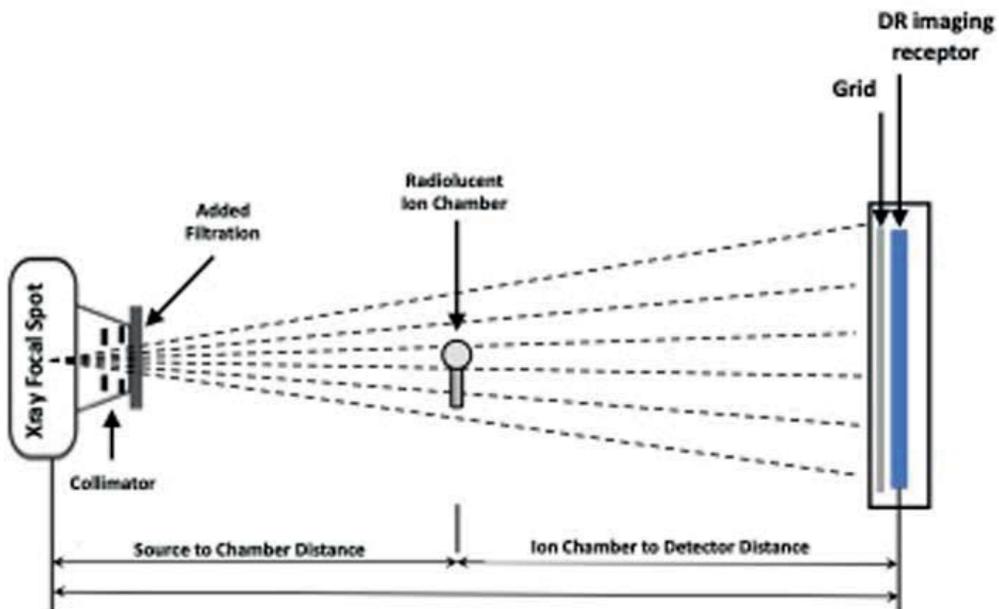
ภาพที่ 3 การติดตั้งเครื่องมือวัดปริมาณรังสีของหัววัดเป็นแบบไอออนไนเซชันแชมเบอร์ (ionization chamber) กรณีตัวรับภาพอยู่นานอน

ที่มา : 2024 by American Association of Physicists in Medicine 150



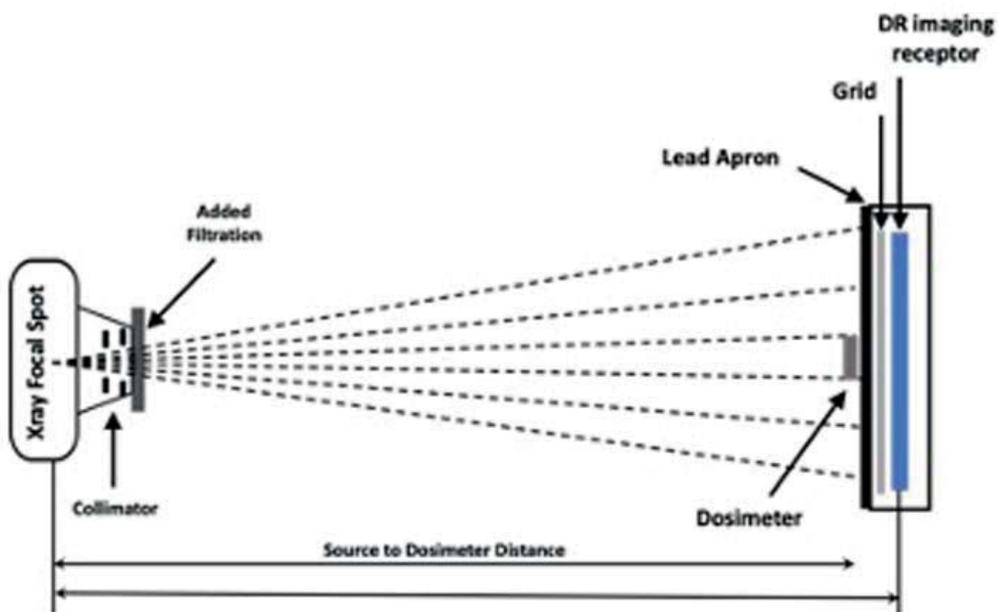
ภาพที่ 4 การติดตั้งเครื่องมือวัดปริมาณรังสีของหัววัดเป็นแบบโซลิดสเตท (solid state) กรณีตัวรับภาพอยู่
แนวนอน

ที่มา : 2024 by American Association of Physicists in Medicine 150



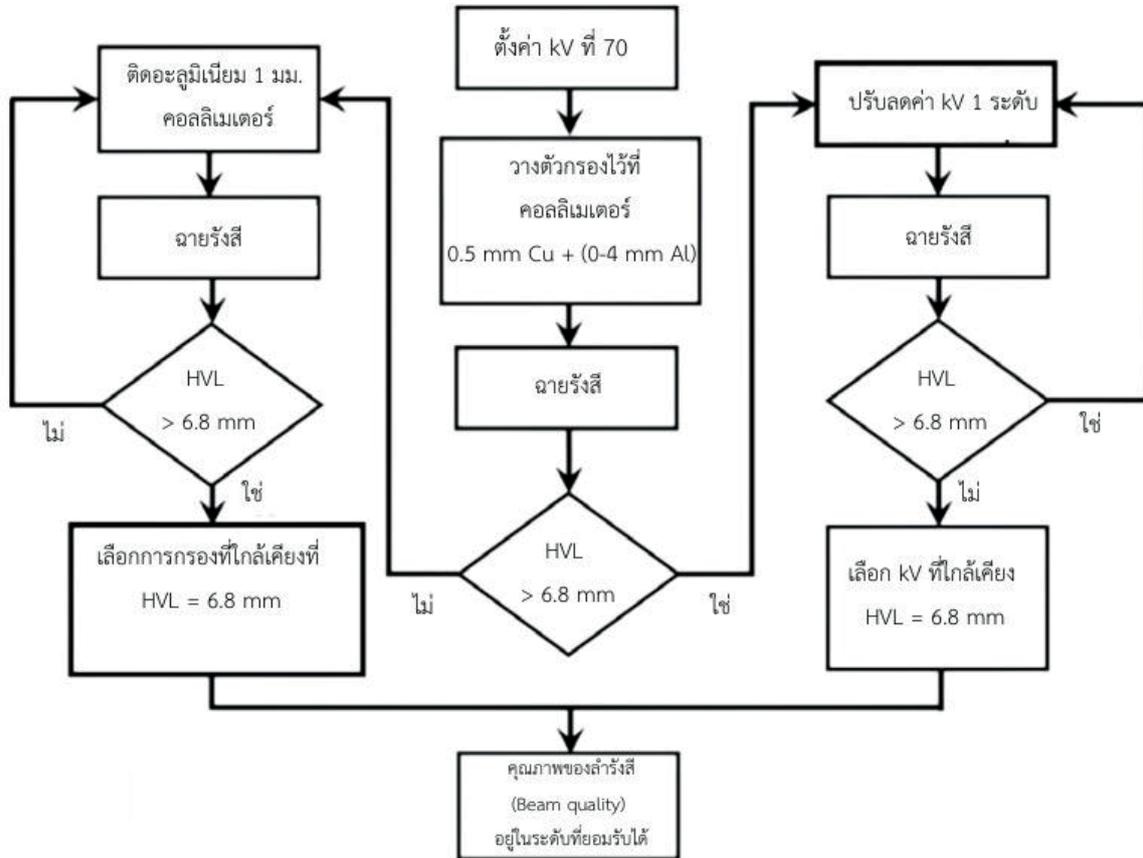
ภาพที่ 5 การติดตั้งเครื่องมือวัดปริมาณรังสีของหัววัดเป็นแบบไอออนไนเซชันแชมเบอร์ (ionization chamber) กรณีตัวรับภาพอยู่แนวตั้ง

ที่มา : 2024 by American Association of Physicists in Medicine 150

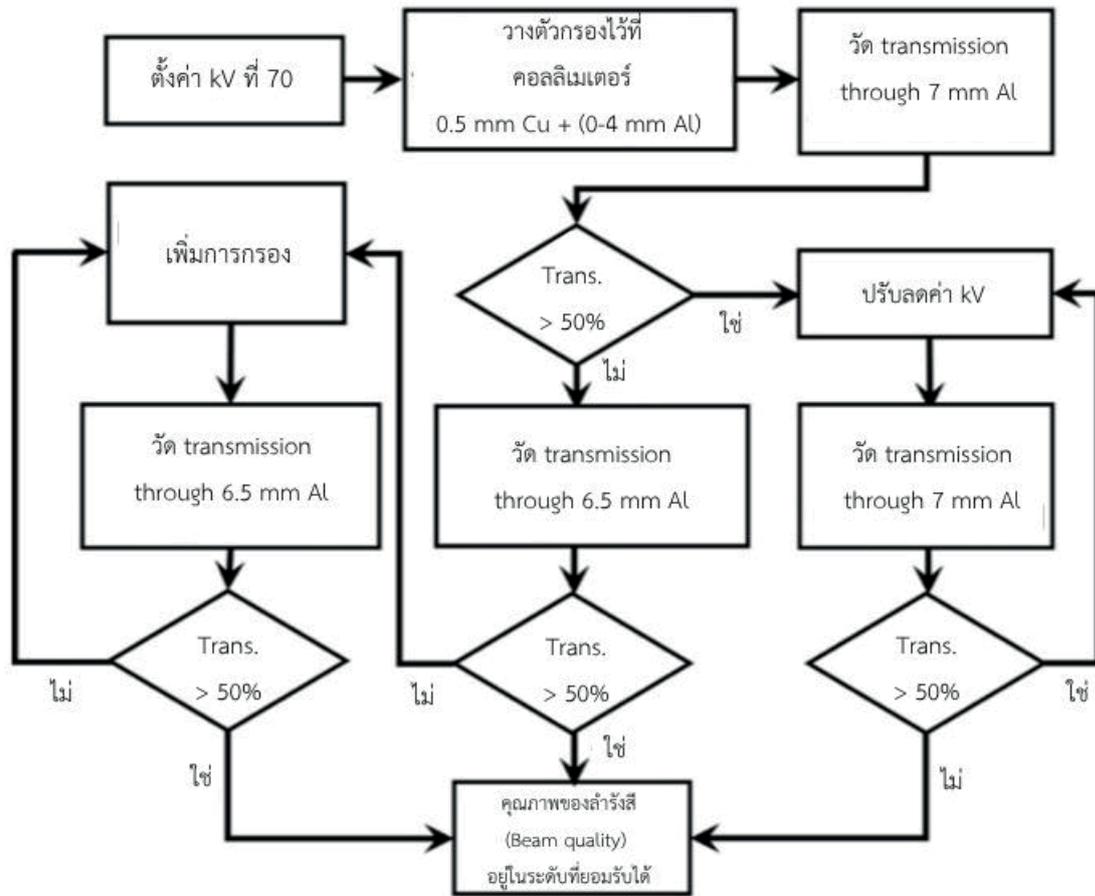


ภาพที่ 6 การติดตั้งเครื่องมือวัดปริมาณรังสีของหัววัดเป็นแบบโซลิดสเตท (solid state) กรณีตัวรับภาพอยู่แนวตั้ง

ที่มา : 2024 by American Association of Physicists in Medicine 150



ภาพที่ 7 Flowchart การหาค่าปริมาณรังสีของหัววัดเป็นแบบโซลิดสเตต (solid state)
ที่มา : 2024 by American Association of Physicists in Medicine 150



ภาพที่ 8 Flowchart การหาค่าปริมาณรังสีของหัววัดเป็นแบบหัววัดเป็นไอออนไนเซชันแชมเบอร์ (ionization chamber)

ที่มา : 2024 by American Association of Physicists in Medicine 150

2.2 การวัดปริมาณรังสีสำหรับการทดสอบคุณภาพตามเงื่อนไขที่ Phantom กำหนด

ตารางที่ 3 เงื่อนไขที่ใช้ในการหาค่าปริมาณรังสีที่แผ่นรับภาพ (DAK)

Phantom	kVp	การกรองรังสี (Filter)
Phantom TOR CDR	70 kVp	1 mm Cu
Phantom CR DDR	70 kVp	1.5 mm Cu

วัตถุประสงค์ : เพื่อให้ทราบค่าปริมาณรังสีที่แผ่นรับภาพ (DAK) ที่ใช้ในการทดสอบคุณภาพ

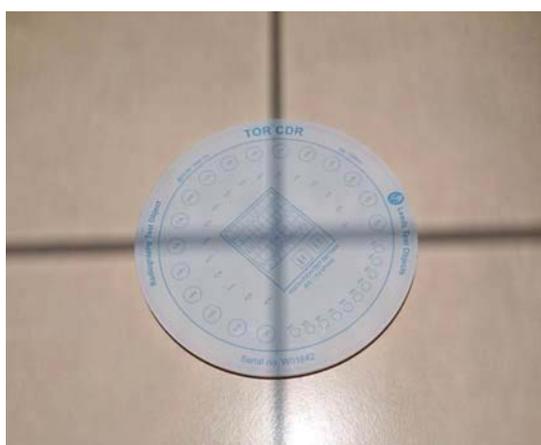
เครื่องมือ/อุปกรณ์ :

1. เครื่องวัดปริมาณรังสี พร้อมอุปกรณ์ประกอบ
2. แผ่นกรองรังสี (แผ่นทองแดง หนา 1 มิลลิเมตรหรือหนา 1.5 มิลลิเมตร (เงื่อนไขที่ Phantom กำหนด)
3. ตลับเมตร
4. แผ่นตะกั่ว หรือเสื้อตะกั่ว
5. เครื่องเอกซเรย์

วิธีทดสอบ :

1. จัดวางหัววัดรังสีห่างจากจุดโฟกัสของหลอดเอกซเรย์ ประมาณ 100 เซนติเมตร
2. ติดแผ่นกรองรังสีที่ด้านหน้าคอลลิเมเตอร์ (Collimator) ตามเงื่อนไข ในตารางที่ 3 หากไม่เป็นไปตามเงื่อนไขข้างต้นให้อ้างอิงตามเงื่อนไขที่บริษัทผู้ผลิตกำหนด โดยให้ความต่างศักย์ที่หลอดเอกซเรย์ที่ 70 kVp และปรับค่า mAs โดยให้ได้ค่าปริมาณรังสีที่แผ่นรับภาพ (DAK) โดยประมาณ 5 และ 10 μGy (ให้ได้ค่าที่ใกล้เคียงมากที่สุด) แล้วบันทึกค่าเทคนิคที่วัดได้

หมายเหตุ : การถ่ายภาพควรวางวัตถุทดสอบ (Phantom) ตามคำแนะนำของคู่มือของวัตถุทดสอบ (Phantom) ที่ใช้ในการทดสอบดังภาพที่ 9



ภาพที่ 9 ตัวอย่างการวางวัตถุทดสอบ (Phantom) TORCDR ในมุม 45 องศา ตามคู่มือ

3. Calibration of DR unit Exposure Index; EI

คำอธิบายและวัตถุประสงค์ :

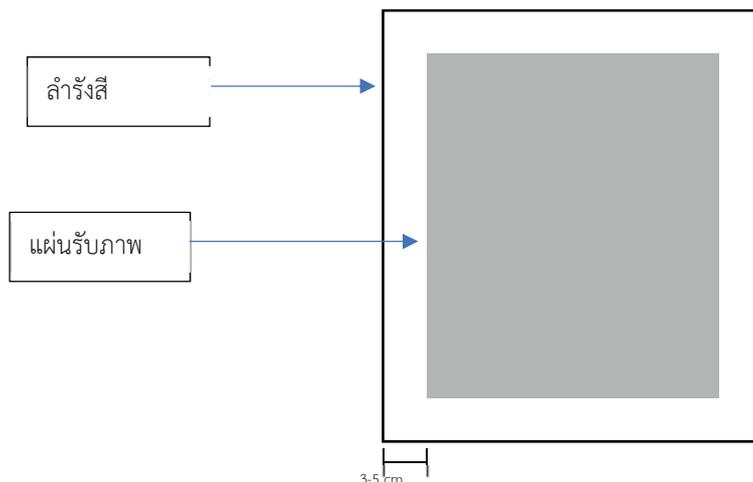
เพื่อประเมินความแม่นยำของค่าดัชนีปริมาณรังสีที่แผ่นรับภาพ (DAK) ซึ่งเป็นการหาความสัมพันธ์ระหว่างสัญญาณในภาพกับปริมาณรังสีที่ดูดกลืนโดยแผ่นรับภาพ โดยแต่ละบริษัทผู้ผลิตจะนิยามค่าดัชนีปริมาณรังสีแตกต่างกันจึงควรใช้วิธีทดสอบตามเงื่อนไขที่บริษัทผู้ผลิตกำหนด

เครื่องมือ/อุปกรณ์ :

1. เครื่องวัดปริมาณรังสี พร้อมอุปกรณ์ประกอบ
2. แผ่นรับภาพ
3. เครื่องคอมพิวเตอร์พร้อมโปรแกรมสำหรับวิเคราะห์ภาพ
4. แผ่นกรองรังสี
5. ตลับเมตร
6. เครื่องเอกซเรย์

วิธีทดสอบ :

1. เปิดลำรังสีให้ครอบคลุมทั้งแผ่นรับภาพ โดยให้ลำรังสีมีระยะห่างจากขอบของแผ่นรับภาพประมาณ 3 - 5 เซนติเมตร ตามตัวอย่างในภาพที่ 10 และให้แผ่นรับภาพห่างจากจุดโฟกัสของหลอดเอกซเรย์ ประมาณ 180 เซนติเมตร
2. ใช้เทคนิคที่ได้ในการหาปริมาณรังสีที่แผ่นรับภาพ (DAK) โดยประมาณ 1, 5, 10, 12 และ 20 μGy (ให้ค่าที่ใกล้เคียงมากที่สุด) ตามลำดับ โดยการถ่ายภาพแต่ละครั้งให้ห่างกันอย่างน้อย 1 นาที ใช้เงื่อนไขในตารางที่ 2 หากไม่เป็นไปตามเงื่อนไขข้างต้นให้อ้างอิงตามเงื่อนไขที่บริษัทผู้ผลิตกำหนด
3. บันทึกค่า EI จากหน้าจอ และคำนวณค่าปริมาณรังสีที่แผ่นรับภาพ (DAK) ตามสมการที่ (1) หากไม่เป็นไปตามเงื่อนไขข้างต้นให้อ้างอิงตามเงื่อนไขที่บริษัทผู้ผลิตกำหนด



ภาพที่ 10 ตัวอย่างการเปิดลำรังสีที่แผ่นรับภาพ

การวิเคราะห์ผล :

คำนวณค่าปริมาณรังสีที่แผ่นรับภาพ DAK โดยใช้สมการที่ (2)

$$EI = C_0 \text{ DAK} \text{ ----- (2)}$$

โดยที่ Exposure Index: EI คือ ค่าดัชนีปริมาณรังสีที่แผ่นรับภาพ
DAK คือ ค่าปริมาณรังสีที่แผ่นรับภาพ (DAK) โดยมีหน่วยเป็น μGy
 C_0 คือ ค่าคงที่ $100 \mu\text{Gy}^{-1}$

คำนวณหาค่าความคลาดเคลื่อนของ EI โดยใช้สมการที่ (3)

$$\%Error = \frac{EI_C - EI_M}{EI_C} \times 100\% \text{ ----- (3)}$$

โดยที่ EI_C คือ ค่าปริมาณรังสีที่แผ่นรับภาพที่ได้จากการคำนวณ
 EI_M คือ ค่าปริมาณรังสีที่แผ่นรับภาพที่ได้จากหน้าจอ

ขอบเขตการยอมรับ :

ค่าความคลาดเคลื่อนไม่เกิน $\pm 20\%$

ความถี่ในการทดสอบ :

1. การทดสอบเพื่อการตรวจรับ
2. ทดสอบประจำปี

4. Exposure Index repeatability ; EI repeatability

คำอธิบายและวัตถุประสงค์ :

เพื่อทดสอบความสม่ำเสมอของค่าดัชนีปริมาณรังสี

เครื่องมือ/อุปกรณ์ :

1. เครื่องวัดปริมาณรังสี พร้อมอุปกรณ์ประกอบ
2. แผ่นรับภาพ
3. เครื่องคอมพิวเตอร์พร้อมโปรแกรมสำหรับวิเคราะห์ภาพ
4. แผ่นกรองรังสี
5. ดัลต์ไมเตอร์
6. เครื่องเอกซเรย์

วิธีทดสอบ :

1. เปิดลำรังสีให้ครอบคลุมทั้งแผ่นรับภาพ โดยให้ลำรังสีมีระยะห่างจากขอบของแผ่นรับภาพประมาณ 3 - 5 เซนติเมตรตามตัวอย่างในภาพที่ 10 และให้แผ่นรับภาพห่างจากจุดโฟกัสของหลอดเอกซเรย์ ประมาณ 180 เซนติเมตร
2. ใช้เทคนิคที่ได้ในการหาค่าปริมาณรังสีที่แผ่นรับภาพ (DAK) โดยประมาณ 1, 5, 10, 12 และ 20 μGy (ให้ได้ค่าที่ใกล้เคียงมากที่สุด) ตามลำดับ โดยการถ่ายภาพแต่ละครั้งให้ห่างกันอย่างน้อย 1 นาที ใช้เงื่อนไขตามตารางที่ 2 หากไม่เป็นไปตามเงื่อนไขข้างต้นให้อ้างอิงตามเงื่อนไขที่บริษัทผู้ผลิตกำหนด
3. บันทึกค่า EI จากหน้าจอ และคำนวณค่าปริมาณรังสีที่แผ่นรับภาพ (DAK) ตามสมการที่ 1 หากไม่เป็นไปตามเงื่อนไขข้างต้นให้อ้างอิงตามเงื่อนไขที่บริษัทผู้ผลิตกำหนด โดยทำซ้ำ 3 ครั้ง
4. คำนวณหาค่าร้อยละสัมประสิทธิ์การแปรผันของค่าดัชนีปริมาณรังสี (CV)

การวิเคราะห์ผล :

สูตรหาค่าร้อยละสัมประสิทธิ์การแปรผันของค่าดัชนีปริมาณรังสี (CV) ตามสมการที่ (4)

$$\% \text{ CV} = \frac{\text{SD}}{\bar{X}} \times 100 \quad \text{----- (4)}$$

เมื่อ

$$\text{SD} = \sqrt{\frac{\sum(x_i - \bar{x})^2}{n}} \quad \text{----- (5)}$$

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{N} \quad \text{----- (6)}$$

ขอบเขตการยอมรับ :

CV < 10%

ความถี่ในการทดสอบ :

1. การทดสอบเพื่อการตรวจรับ
2. ทดสอบประจำปี

5. Signal Transfer Properties ; STP

คำอธิบายและวัตถุประสงค์ :

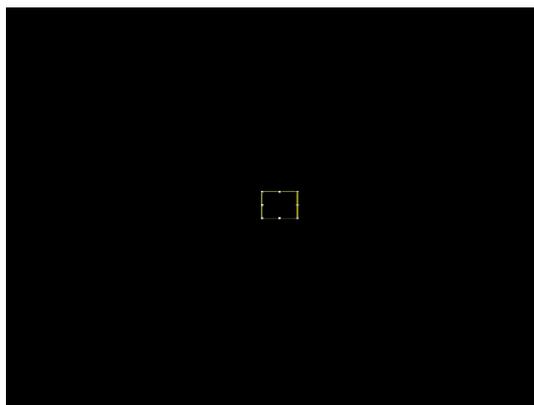
เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณรังสีที่ตกกระทบแผ่นรับภาพกับ Pixel Value (PV)

เครื่องมือ/อุปกรณ์ :

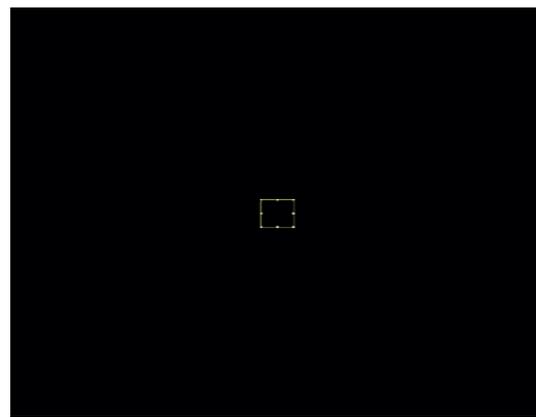
1. เครื่องวัดปริมาณรังสี พร้อมอุปกรณ์ประกอบ
2. แผ่นรับภาพ
3. เครื่องคอมพิวเตอร์พร้อมโปรแกรมสำหรับวิเคราะห์ภาพ
4. แผ่นกรองรังสี
5. ตลับเมตร
6. เครื่องเอกซเรย์

วิธีทดสอบ :

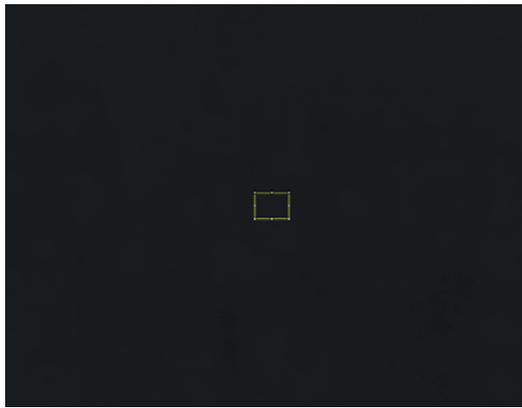
1. เปิดลำรังสีให้ครอบคลุมทั้งแผ่นรับภาพ โดยให้ลำรังสีมีระยะห่างจากขอบของแผ่นรับภาพประมาณ 3 - 5 เซนติเมตร และให้แผ่นรับภาพห่างจากจุดโฟกัสของหลอดเอกซเรย์ ประมาณ 180 เซนติเมตร
2. ใช้เทคนิคที่ได้ในการหาปริมาณรังสี (DAK) โดยประมาณ 1, 5, 10, 12 และ 20 μGy (ให้ได้ค่าที่ใกล้เคียงมากที่สุด) ตามลำดับ โดยใช้เงื่อนไขในตารางที่ 2 หากไม่เป็นไปตามเงื่อนไขข้างต้นให้อ้างอิงตามเงื่อนไขที่บริษัทผู้ผลิตกำหนด โดยการถ่ายภาพแต่ละครั้งให้ห่างกันอย่างน้อย 1 นาที
3. ใช้ ROI วัดบริเวณกลางภาพ จากนั้นบันทึกค่า PV ในแต่ละภาพ
4. สร้างกราฟความเป็นเชิงเส้น (STP) จากความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยของค่าพิกเซล (Mean PV) กับค่าปริมาณรังสีที่แผ่นรับภาพ (DAK)
5. หาค่าสัมประสิทธิ์ (R^2) ของเส้นกราฟโดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์ เช่น Microsoft Excel



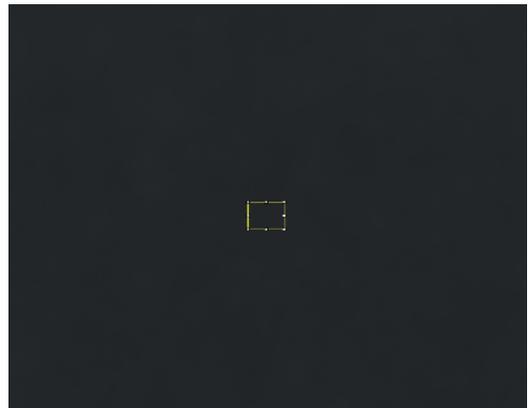
(ก) 1 μGy



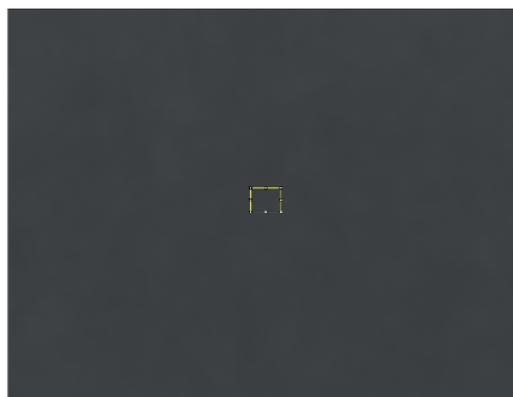
(ข) 5 μGy



(ค) 10 µGy



(ง) 12 µGy



(จ) 20 µGy

ภาพที่ 11 ตัวอย่างการทดสอบคุณสมบัติการส่งผ่านสัญญาณที่ค่าปริมาณรังสีที่แผ่นรับภาพ (DAK) โดยประมาณ 1, 5, 10, 12 และ 20 µGy

การวิเคราะห์ผล :

สมการ STP แบบเชิงเส้น

$$PV_{lin} = a + bK \quad \text{----- (7)}$$

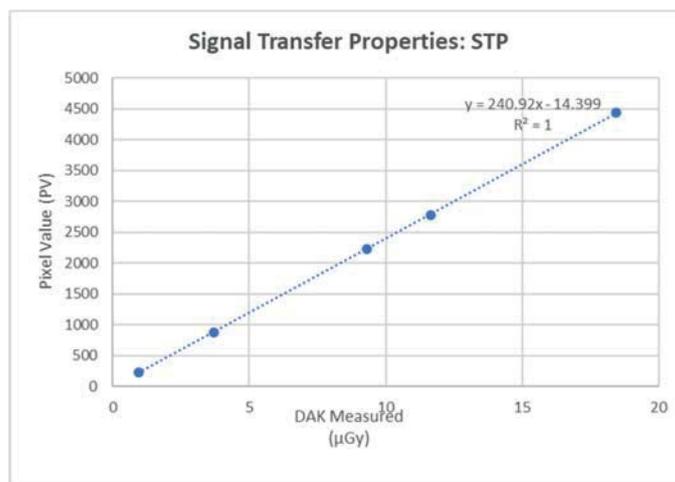
$$K = \frac{PV - a}{b} \quad \text{----- (8)}$$

เมื่อ a, b, และ c คือ ค่าคงที่

PV คือ ค่าพิกเซล
และ K คือ Air Kerma (μGy)

ตัวอย่างข้อมูลของภาพที่ฉายรังสีที่ ค่าปริมาณรังสีที่แผ่นรับภาพ (DAK) โดยประมาณ 1, 5, 10, 12 และ 20 μGy ดังตาราง

DAK Setting (μGy)	DAK Measured (μGy)	PV
1	0.94	219.547
5	4.72	880.671
10	9.31	2229.243
12	11.64	2772.257
20	18.44	4438.83



ภาพที่ 12 ตัวอย่างกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าปริมาณรังสีที่แผ่นรับภาพ (DAK) กับค่าเฉลี่ยของค่าพิกเซล (Mean PV) แล้วได้ค่าสัมประสิทธิ์เชิงเส้น (R^2)

ขอบเขตการยอมรับ :

ค่า $R^2 > 0.98$

ความถี่ในการทดสอบ :

1. การทดสอบเพื่อการตรวจรับ
2. ทดสอบประจำทุก

6. Measured Uniformity

คำอธิบายและวัตถุประสงค์ :

ความสม่ำเสมอของสัญญาณภาพรังสี (Signal uniformity) หมายถึง ความคงที่สัญญาณภาพจากการตอบสนองของแผ่นรับภาพทั่วทั้งพื้นที่สร้าง เมื่อได้รับรังสีเอกซ์ที่สม่ำเสมอ (Uniform x-ray field) ความไม่สม่ำเสมออาจทำให้เกิดสิ่งแปลกปลอม (Artifacts) เนื่องจากความแปรปรวนของความสว่างของภาพ (Brightness) ที่อาจจะทำให้ผู้ป่วยที่อยู่ในภาพมีความผิดปกติ ส่งผลต่อความถูกต้องในการวินิจฉัยโรค

เครื่องมือ/อุปกรณ์ :

1. เครื่องวัดปริมาณรังสี พร้อมอุปกรณ์ประกอบ
2. แผ่นรับภาพ
3. เครื่องคอมพิวเตอร์พร้อมโปรแกรมสำหรับวิเคราะห์ภาพ
4. แผ่นกรองรังสี
5. ดิลล์เมตร
6. เครื่องเอกซเรย์

วิธีทดสอบ :

1. เปิดลำรังสีให้ครอบคลุมทั้งแผ่นรับภาพ โดยให้ลำรังสีมีระยะห่างจากขอบของแผ่นรับภาพประมาณ 3 - 5 เซนติเมตร และให้แผ่นรับภาพห่างจากจุดโฟกัสของหลอดเอกซเรย์ ประมาณ 180 เซนติเมตร

2. ใช้เทคนิคที่ได้ในการหาค่าปริมาณรังสีที่แผ่นรับภาพ (DAK) โดยประมาณ 5 μGy (ให้ได้ค่าที่ใกล้เคียงมากที่สุด) โดยใช้เงื่อนไขในตารางที่ 2 หากไม่เป็นไปตามเงื่อนไขข้างต้นให้อ้างอิงตามเงื่อนไขที่บริษัทผู้ผลิตกำหนด

การวิเคราะห์ผล :

1. ทดสอบภาพเพื่อหาสิ่งแปลกปลอมหรือความไม่สม่ำเสมอของภาพ
2. ใช้ ROI ขนาด 2 x 2 cm วัดค่าเฉลี่ยของค่าพิกเซล (Mean PV) ในตำแหน่งกึ่งกลางภาพและบริเวณมุมทั้งสี่ด้านตามภาพที่ 12
3. คำนวณหาค่าเฉลี่ยของค่าพิกเซล (PV) จากนั้นหาค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของค่าพิกเซล (Mean PV) ทั้ง 5 จุด โดยรายงานค่าที่ได้มากที่สุด



ภาพที่ 13 ตัวอย่างการทดสอบความสม่ำเสมอของภาพทั้ง 5 จุด จากภาพที่ 13 หาค่าเฉลี่ยทั้ง 5 จุด จะได้

$$U_{avg} = \left(\frac{2255.79+2257.66+2218.62+2231.53+2182.09}{5} \right) = 2229.14$$

โดยหาค่าความแตกต่างจากแต่ละจุดกับค่าเฉลี่ย จะได้จากสูตร

$$U_{error} = \frac{\max(PV) - \min(PV)}{U_{avg}} \text{ ----- (9)}$$

$$U_{error} = \left(\frac{2255.79-2182.09}{2229.14} \right) \times 100\% = 3.36\%$$

ขอบเขตการยอมรับ :

ค่าที่ได้ไม่เกิน $\pm 10\%$

ความถี่ในการทดสอบ :

1. การทดสอบเพื่อการตรวจรับ
2. ทดสอบประจำปี

คำแนะนำ

1. ภาพที่ได้ต้องมีความดำความสม่ำเสมอตลอดทั้งภาพ (ยกเว้นผลจาก heel effect)
2. ภาพที่ได้ต้องไม่ปรากฏสิ่งแปลกปลอม ถ้าพบสิ่งแปลกปลอมให้หาสาเหตุและแก้ไข
3. ทุกผลิตภัณฑ์ ภาพที่ได้ควรจะมีสีดำสม่ำเสมอทั้งภาพ ไม่มีภาพแปลกปลอม เช่น จุดหรือเส้นขาวรอยลูกกลิ้ง ขาว หรือดำมากบริเวณขอบหรือตรงกลางภาพ

7. Signal-to-Noise Ratio Uniformity ; SNR Uniformity

คำอธิบายและวัตถุประสงค์ :

ความไม่สม่ำเสมอของอัตราส่วนสัญญาณภาพรังสีต่อสัญญาณรบกวน(SNR) ทั้งในภาพรวมและในแต่ละจุดสามารถวัดได้ในลักษณะเดียวกับการวัดความไม่สม่ำเสมอของสัญญาณและสัญญาณรบกวนโดยค่าความไม่สม่ำเสมอของ SNR ทั้งสองแบบจะถูกแสดงเป็นเปอร์เซ็นต์ของ SNR ของตัวรับภาพ

เครื่องมือ/อุปกรณ์ :

1. เครื่องวัดปริมาณรังสี พร้อมอุปกรณ์ประกอบ
2. แผ่นรับภาพ
3. เครื่องคอมพิวเตอร์พร้อมโปรแกรมสำหรับวิเคราะห์ภาพ
4. แผ่นกรองรังสี
5. ดิลล์เมตร
6. เครื่องเอกซเรย์

วิธีทดสอบ :

1. เปิดลำรังสีให้ครอบคลุมทั้งแผ่นรับภาพ โดยให้ลำรังสีมีระยะห่างจากขอบของแผ่นรับภาพประมาณ 3 - 5 เซนติเมตร และให้แผ่นรับภาพห่างจากจุดโฟกัสของหลอดเอกซเรย์ ประมาณ 180 เซนติเมตร
 2. ใช้เทคนิคที่ได้ในการหาค่าปริมาณรังสีที่แผ่นรับภาพ (DAK) โดยประมาณ 5 μGy (ให้ได้ค่าที่ใกล้เคียงมากที่สุด) โดยใช้เงื่อนไขในตารางที่ 2 หากไม่เป็นไปตามเงื่อนไขข้างต้นให้อ้างอิงตามเงื่อนไขที่บริษัทผู้ผลิตกำหนด
- หมายเหตุ :** สามารถใช้ภาพจากหัวข้อที่ 6. Uniformity มาใช้ในการวัดและคำนวณได้
3. วัดค่าเฉลี่ยของค่าพิกเซล (Mean PV) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (PVSD) ในตำแหน่งกึ่งกลางภาพและบริเวณมุมทั้งสี่ด้านของภาพ ดังภาพที่ 13

การวิเคราะห์ผล :

1. คำนวณหาค่า SNR ได้จากสมการที่ (9)

$$\text{SNR}_i = \frac{\text{PV}_i}{\text{PVSD}_i} \text{-----} (10)$$

โดย PV_i คือ ค่า PV ณ บริเวณที่ 1, 2, 3, 4 และ 5
 PVSD_i คือ ค่า PVSD ณ บริเวณที่ 1, 2, 3, 4 และ 5

2. คำนวณหาค่า SNR Uniformity ได้จากสมการที่ (10) โดยใช้ค่าจากภาพที่ 12

$$U_{\text{SNR}} = \frac{\max(\text{SNR}_i) - \min(\text{SNR}_i)}{\text{SNR}_{\text{Avg}}} \times 100\% \quad \text{----- (11)}$$

$$U_{\text{SNR}} = \frac{(159.90 - 150.60)}{151.6}$$

$$U_{\text{SNR}} = 6.13\%$$

ขอบเขตการยอมรับ :

ไม่เกิน $\pm 30\%$ ของ Baseline

ความถี่ในการทดสอบ :

1. การทดสอบเพื่อการตรวจรับ
2. ทดสอบประจำทุกปี

8. Contrast-to-Noise Ratio ; CNR

คำอธิบายและวัตถุประสงค์ :

1. เพื่อวัดอัตราส่วนความคมชัดของภาพต่อสัญญาณรบกวนของภาพ การทดสอบที่เกี่ยวข้องกับ CNR คือ การกำหนดรายละเอียดคอนทราสต์ โดยทั่วไปจะทำการทดสอบรายละเอียดคอนทราสต์ โดยการถ่ายภาพ Phantom ที่มีรูที่มีความหนาแน่นสม่ำเสมอแต่มีความหนาแตกต่างกัน
2. เพื่อวัดอัตราส่วนคอนทราสต์ต่อสัญญาณรบกวนของภาพจาก Low contrast detectability

เครื่องมือ/อุปกรณ์ :

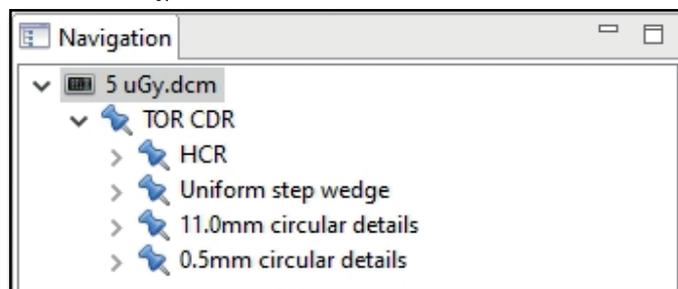
1. เครื่องวัดปริมาณรังสี พร้อมอุปกรณ์ประกอบ
2. แผ่นรับภาพ
3. เครื่องคอมพิวเตอร์พร้อมโปรแกรมสำหรับวิเคราะห์ภาพ
4. แผ่นกรองรังสี
5. ตลับเมตร
6. เครื่องเอกซเรย์
7. วัตถุทดสอบ (Phantom)

วิธีทดสอบ :

1. วางวัตถุทดสอบ (Phantom) บนตัวรับภาพโดยกำหนดระยะห่างของจุดโฟกัสไปยังตัวรับภาพประมาณ (SID) 100 เซนติเมตร เปิดลำรังสีให้ครอบคลุมขอบเขตพื้นที่ โดยให้ลำรังสีมีระยะห่างจากขอบของแผ่นรับภาพประมาณ 3 - 5 เซนติเมตร
2. ฉายรังสีโดยใช้เทคนิคในการหาค่าปริมาณรังสีที่แผ่นรับภาพ (DAK) ประมาณ 5 μGy (ให้ได้ค่าที่ใกล้เคียงมากที่สุด) ตามเงื่อนไขที่ Phantom กำหนด หรือในตารางที่ 3
3. อ่านค่าด้วยโปรแกรม AutoPIA

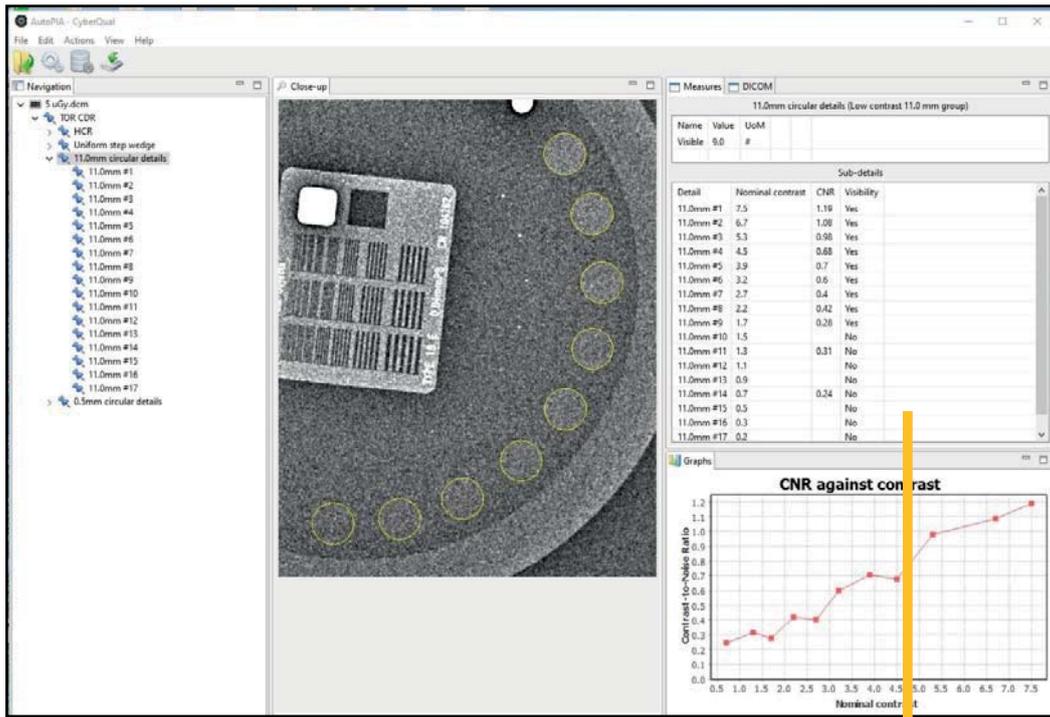
การวิเคราะห์ผล :

1. การอ่านค่าด้วยโปรแกรม AutoPIA เลือกไฟล์ภาพที่ 5 μGy จะขึ้นแท็บให้เลือกด้านซ้ายมือ จากนั้นกด Analyse ต่อด้วย TOR CDR จะปรากฏดังภาพที่ 13



ภาพที่ 14 ตัวอย่างแสดงแท็บซ้ายมือในโปรแกรม AutoPIA

จากนั้นให้เลือกที่ 11.0 mm circular details จะปรากฏดังภาพที่ 14



Detail	Nominal contrast	CNR	Visibility
11.0mm #1	7.5	1.19	Yes
11.0mm #2	6.7	1.08	Yes
11.0mm #3	5.3	0.98	Yes
11.0mm #4	4.5	0.68	Yes
11.0mm #5	3.9	0.7	Yes
11.0mm #6	3.2	0.6	Yes
11.0mm #7	2.7	0.4	Yes
11.0mm #8	2.2	0.42	Yes
11.0mm #9	1.7	0.28	Yes
11.0mm #10	1.5		No
11.0mm #11	1.3	0.31	No
11.0mm #12	1.1		No
11.0mm #13	0.9		No
11.0mm #14	0.7	0.24	No
11.0mm #15	0.5		No
11.0mm #16	0.3		No
11.0mm #17	0.2		No

ภาพที่ 15 ตัวอย่าง 11.0 mm circular details คือ Low Contrast Resolution ใช้วิเคราะห์ CNR

จากภาพที่ 14 วิเคราะห์จากโปรแกรม AutoPIA แสดงค่า Pattern 11.0 mm ภายใน TOR CDR โดยปกติจะมีทั้งหมด 17 วง แต่ในภาพโปรแกรมสามารถวิเคราะห์ได้ 9 วง จะได้ค่า Contrast-to-Noise Ratio (CNR) เท่ากับ 0.28 โดยขอบเขตการยอมรับต้องไม่มากกว่าน้อยกว่าครึ่งก่อนหน้า

2. การคำนวณหาค่า CNR ได้จากสมการที่ (11)

$$CNR_n = \frac{PV_n - PV_{back}}{PVSD_{back}} \quad \text{----- (12)}$$

เมื่อ	PV_n	คือ	ค่าพิกเซล (PV) ในบริเวณ n (n คือ วงของ low contrast)
	PV_{back}	คือ	ค่าพิกเซล (PV) ในบริเวณพื้นหลัง
	$PVSD_{back}$	คือ	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าพิกเซล (PVSD) ในบริเวณพื้นหลัง

ขอบเขตการยอมรับ :

ไม่เกิน $\pm 10\%$ ของ Baseline

หมายเหตุ : ในกรณีอ่านค่าด้วยโปรแกรม AutoPIA ไฟล์ภาพที่บันทึกภาพหุ่นจำลองออกจากระบบด้วยชนิดไฟล์ไดค้อม (Dicom) เท่านั้น

ความถี่ในการทดสอบ :

1. การทดสอบเพื่อการตรวจรับ
2. ทดสอบประจำทุกปี

9. Limiting spatial resolution

คำอธิบายและวัตถุประสงค์ :

ลักษณะการทำงานอย่างหนึ่งของตัวรับภาพคือความละเอียดเชิงพื้นที่ ในการกำหนดลักษณะคุณสมบัติ อาจใช้วัตถุทดสอบอย่างง่าย ความละเอียดเชิงพื้นที่ที่วัดได้โดยการประเมินว่ากลุ่มที่มองเห็นได้บนภาพ การบันทึกอย่างต่อเนื่องเหล่านี้จะเผยให้เห็นแนวโน้มที่ประสิทธิภาพการถ่ายภาพที่ลดลง

เครื่องมือ/อุปกรณ์ :

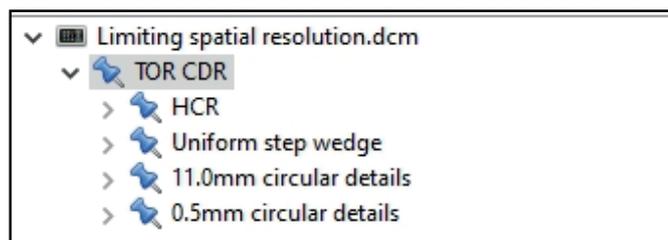
1. แผ่นรับภาพ
2. เครื่องคอมพิวเตอร์พร้อมโปรแกรมสำหรับวิเคราะห์ภาพ
3. ตลับเมตร
4. เครื่องเอกซเรย์
5. วัตถุทดสอบ (Phantom)

วิธีทดสอบ :

1. วางวัตถุทดสอบ (Phantom) บนตัวรับภาพโดยกำหนดระยะห่างของจุดโฟกัสไปยังตัวรับภาพประมาณ (SID) 100 เซนติเมตร เปิดลำรังสีให้ครอบคลุมขอบเขตพื้นที่ โดยให้ลำรังสีมีระยะห่างจากขอบของแผ่นรับภาพประมาณ 3 - 5 เซนติเมตร
2. ใช้แผ่นกรงรังสีที่ทำจากทองแดงความหนา 1 มิลลิเมตร ที่ด้านหน้าคอลลิเมเตอร์ (Collimator) โดยใช้ความต่างศักย์ที่หลอดเอกซเรย์ที่ 50 kVp และ 6-10 mAs
3. ทำการฉายรังสีที่ค่าเทคนิคดังกล่าว
4. อ่านภาพถ่ายทางรังสี

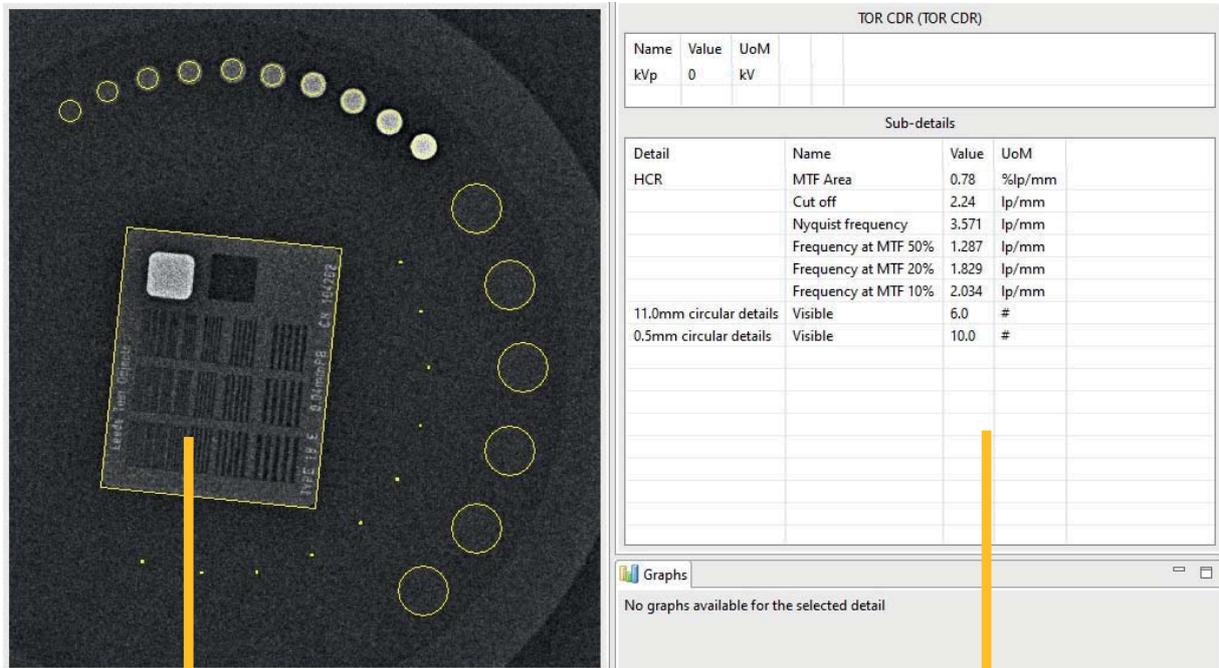
การวิเคราะห์ผล :

เปิดโปรแกรม AutoPIA เลือกไฟล์ภาพ จะขึ้นแถบให้เลือกด้านซ้ายมือ จากนั้นกด Analyse ต่อด้วย TOR CDR จะปรากฏดังภาพที่ 16



ภาพที่ 16 ตัวอย่างแสดงแถบซ้ายมือในโปรแกรม AutoPIA

จากนั้นให้เลือกที่ HCR จะปรากฏดังภาพที่ 17



Sub-details			
Detail	Name	Value	UoM
HCR	MTF Area	0.78	%lp/mm
	Cut off	2.24	lp/mm
	Nyquist frequency	3.571	lp/mm
	Frequency at MTF 50%	1.287	lp/mm
	Frequency at MTF 20%	1.829	lp/mm
11.0mm circular details	Visible	6.0	#
	0.5mm circular details	Visible	10.0

ภาพที่ 17 ตัวอย่าง HCR ใช้วิเคราะห์ Limiting spatial resolution

จากภาพที่ 16 วิเคราะห์จากโปรแกรม AutoPIA แสดงค่า HCR ภายใน TOR CDR แสดงความถี่เชิงพื้นที่เป็นคู่เส้นต่อมิลลิเมตร โดยในภาพโปรแกรมสามารถวิเคราะห์ได้ กลุ่มที่ 14 จะได้ค่า Limiting spatial resolution เท่ากับ 2.24 lp/mm ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 แสดงค่า Limiting spatial resolution

Group Number	Spatial Freq.
1	0.5
2	0.56
3	0.63
4	0.71
5	0.8
6	0.9
7	1
8	1.12
9	1.25
10	1.4
11	1.6
12	1.8
13	2
14	2.24
15	2.5

Group Number	Spatial Freq.
16	2.8
17	3.15
18	3.55
19	4
20	4.5
21	5
22	5.6
23	6.3
24	7.1
25	8
26	8.9
27	10
28	11.1
29	12.5
30	14.3

ขอบเขตการยอมรับ :

ต้องไม่น้อยกว่าครั้งก่อนหน้าหรือการตรวจรับครั้งแรก

ความถี่ในการทดสอบ :

1. การทดสอบเพื่อการตรวจรับ
2. ทดสอบประจำทุก 6 เดือน

การดำเนินการแก้ไข :

หากสงสัยว่าความละเอียดของภาพจะเสื่อมสภาพ ให้ทำการทดสอบซ้ำ ทดสอบคุณภาพของลำแสงและขนาดจุดโฟกัสที่ใช้ หากเกินค่าความคลาดเคลื่อนที่กำหนด ควรปรึกษากับเจ้าหน้าที่ที่ประเมินภาพจากระบบนี้ เพื่อให้แน่ใจว่าการเปลี่ยนแปลงการมองเห็นจะไม่ส่งผลต่อการถ่ายภาพทางคลินิก การดำเนินการเพิ่มเติมอาจเกี่ยวข้องกับข้อจำกัดในการใช้งานหรือการระงับการให้บริการ ขึ้นอยู่กับระดับคุณภาพของภาพที่ผลิตโดยเครื่องเอกซเรย์

10. Low contrast detectability

คำอธิบายและวัตถุประสงค์ :

ทดสอบความสามารถในการตรวจจับคอนทราสต์ต่ำเป็นการประเมินคุณภาพของภาพโดยการประเมินการมองเห็นรายละเอียดที่มีคอนทราสต์ต่ำสามารถวิเคราะห์ภาพที่ซับซ้อนได้ การทดสอบทำให้เห็นแนวโน้มที่ประสิทธิภาพการถ่ายภาพที่เพิ่มขึ้นหรืออาจลดลง

เครื่องมือ/อุปกรณ์ :

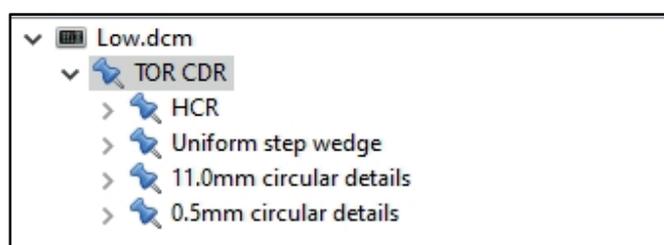
1. เครื่องวัดปริมาณรังสี พร้อมอุปกรณ์ประกอบ
2. แผ่นรับภาพ
3. เครื่องคอมพิวเตอร์พร้อมโปรแกรมสำหรับวิเคราะห์ภาพ
4. แผ่นกรองรังสี
5. ตลับเมตร
6. เครื่องเอกซเรย์
7. วัตถุทดสอบ (Phantom)

วิธีทดสอบ :

1. วางวัตถุทดสอบ (Phantom) บนตัวรับภาพโดยกำหนดระยะห่างของจุดโฟกัสไปยังตัวรับภาพประมาณ (SID) 100 เซนติเมตร เปิดลำรังสีให้ครอบคลุมขอบเขตพื้นที่ โดยให้ลำรังสีมีระยะห่างจากขอบของแผ่นรับภาพประมาณ 3 - 5 เซนติเมตร
2. ฉายรังสีโดยใช้เทคนิคในการหาค่าปริมาณรังสีที่แผ่นรับภาพ (DAK) ประมาณ 10 μGy (ให้ได้ค่าที่ใกล้เคียงมากที่สุด) ตามเงื่อนไขที่ Phantom กำหนด
3. อ่านภาพถ่ายทางรังสี

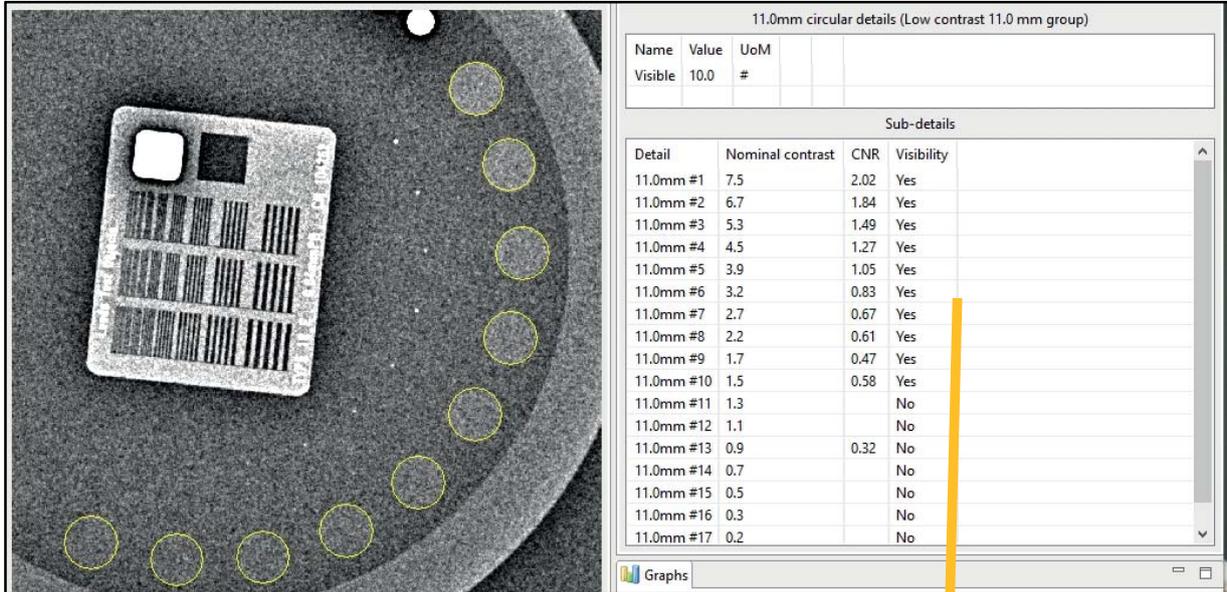
การวิเคราะห์ผล :

เปิดโปรแกรม AutoPIA เลือกไฟล์ภาพ จะขึ้นแถบให้เลือกด้านซ้ายมือ จากนั้นกด Analyse ต่อด้วย TOR CDR จะปรากฏดังภาพที่ 18



ภาพที่ 18 ตัวอย่างแสดงแถบซ้ายมือในโปรแกรม AutoPIA

จากนั้นให้เลือก 11.0 mm. circular details จะปรากฏดังภาพที่ 19



Detail	Nominal contrast	CNR	Visibility
11.0mm #1	7.5	2.02	Yes
11.0mm #2	6.7	1.84	Yes
11.0mm #3	5.3	1.49	Yes
11.0mm #4	4.5	1.27	Yes
11.0mm #5	3.9	1.05	Yes
11.0mm #6	3.2	0.83	Yes
11.0mm #7	2.7	0.67	Yes
11.0mm #8	2.2	0.61	Yes
11.0mm #9	1.7	0.47	Yes
11.0mm #10	1.5	0.58	Yes
11.0mm #11	1.3		No
11.0mm #12	1.1		No
11.0mm #13	0.9	0.32	No
11.0mm #14	0.7		No
11.0mm #15	0.5		No
11.0mm #16	0.3		No
11.0mm #17	0.2		No

ภาพที่ 19 ตัวอย่าง 11.0 mm. circular details คือ Low Contrast Resolution

จากภาพข้างต้นให้วิเคราะห์ Pattern 11 mm. ภายในหุ่นจำลอง TOR CDR โดยปกติจะมีทั้งหมด 17 วง แต่โปรแกรม AutoPIA สามารถวิเคราะห์ได้ 10 วง ได้ค่า Low contrast detectability เท่ากับ 1.5%

ขอบเขตการยอมรับ :

ต้องไม่น้อยกว่าครั้งก่อนหน้าหรือการตรวจรับครั้งแรก

ความถี่ในการทดสอบ :

1. การทดสอบเพื่อการตรวจรับ
2. ทดสอบประจำทุก 6 เดือน

การดำเนินการแก้ไข :

หากเกินค่าความคลาดเคลื่อนที่กำหนด ก่อนอื่นให้ตรวจสอบการเปิดลำแสงและตำแหน่ง/การวางแนวของหุ่นจำลองและการติดตั้งการกรองรังสี จากนั้นจึงทำการทดสอบซ้ำ หากยังได้ค่าเหมือนเดิมอาจจะเป็นที่ตัวรับภาพที่เสื่อมสภาพ อาจทำให้คอนทราสต์ต่ำเสื่อมสภาพได้ ควรปรึกษากับเจ้าหน้าที่ที่ประเมินภาพจากระบบนี้ เพื่อให้แน่ใจว่าการเปลี่ยนแปลงการมองเห็นจะไม่ส่งผลต่อการถ่ายภาพทางคลินิก การดำเนินการเพิ่มเติมอาจเกี่ยวข้องกับข้อจำกัดในการใช้งานหรือการระงับการให้บริการ ขึ้นอยู่กับระดับคุณภาพของภาพที่ผลิตโดยเครื่องเอกซเรย์

11. Accuracy of measured dimensions

คำอธิบายและวัตถุประสงค์ :

ภาพที่เกิดขึ้นบนตัวรับภาพเพื่อวัดระยะทางของวัตถุทดสอบ เพื่อให้แน่ใจว่าระยะทางที่วัดจากภาพด้วยซอฟต์แวร์สอดคล้องกับระยะทางจริง

เครื่องมือ/อุปกรณ์ :

1. แผ่นรับภาพ
2. เครื่องคอมพิวเตอร์พร้อมโปรแกรมสำหรับวิเคราะห์ภาพ
3. ตลับเมตร
4. เครื่องเอกซเรย์
5. วัตถุทดสอบ

วิธีทดสอบ :

1. วางวัตถุทดสอบบนตัวรับภาพโดยกำหนดระยะห่างของจุดโฟกัสไปยังตัวรับภาพประมาณ (SID) 100 เซนติเมตร เปิดลำรังสีให้ครอบคลุมขอบเขตพื้นที่ โดยให้ลำรังสีมีระยะห่างจากขอบของแผ่นรับภาพประมาณ 3 - 5 เซนติเมตร

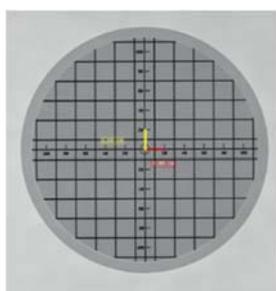
2. ถ่ายภาพรังสีโดยตั้งค่าเทคนิคที่ 40 - 50 kVp และ 1 - 5 mAs (No Filter)

การวิเคราะห์ผล :

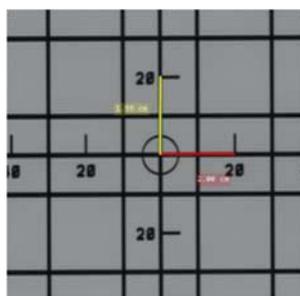
ทดสอบค่าที่วัดได้จากหน้าจอแสดงภาพกับค่าจริงของวัตถุทดสอบโดยคำนวณค่าความคลาดเคลื่อนได้จากสมการที่ (12)

$$\text{Distance Error} = \frac{(\text{ระยะที่วัดได้จากภาพ} - \text{ระยะจริงของแผ่นทดสอบ})}{\text{ระยะจริงของแผ่นทดสอบ}} \times 100\% \quad \text{----- (12)}$$

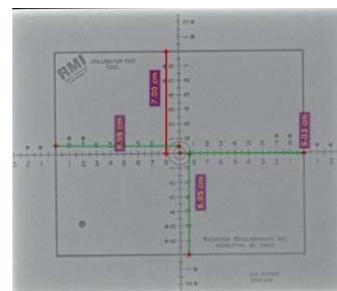
จากภาพที่ 20 (ก) จะได้ Distance error = $\frac{(19.90 - 20.00)}{20.00} \times 100\% = -0.5\%$



(ก)



(ข)



(ค)

ภาพที่ 20 ตัวอย่างการทดสอบความผิดพลาดของสเกล

ขอบเขตการยอมรับ :

ต้องได้ค่าความคลาดเคลื่อนไม่เกิน $\pm 1\%$

ความถี่ในการทดสอบ :

1. การทดสอบเพื่อการตรวจรับ
2. ทดสอบประจำทุกปี

การดำเนินการแก้ไข :

ทำการทดสอบซ้ำและตรวจสอบให้แน่ใจว่าไม่บรรทัดในซอฟต์แวร์อยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้องบนภาพของวัตถุทดสอบ หากการตั้งค่าในซอฟต์แวร์ไม่ถูกต้องอาจทำให้เกิดข้อผิดพลาดในการวัด (เช่น ขนาดพิกเซลไม่สอดคล้องกับค่าจริง) ตรวจสอบการตั้งค่าที่ผู้ใช้ปรับได้หรือแจ้งผู้ผลิตเพื่อทำการแก้ไข

การทดสอบเครื่องสร้างภาพระบบดิจิทัลแบบ CR (Computed Radiography)

ตารางที่ 5 เปรียบเทียบหัวข้อการทดสอบคุณภาพเครื่องสร้างภาพระบบดิจิทัลแบบ CR ที่ American Association of Physicists in Medicine และ The Institute of Physics and Engineering in Medicine แนะนำ (Comparison of Two Recommendations for CR Testing)

AAPM Task Group 10	IPEM Report 91
1. Dark Noise	1. Dark Noise*
2. Uniformity	2. Image Uniformity*
3. Exposure Indicator Calibration Accuracy	3. Detector dose indicator monitoring
4. Spatial resolution	4. Detector dose indicator repeatability
5. Low contrast resolution	5. Detector dose reproducibility
6. Spatial accuracy	6. Limiting spatial resolution*
7. Erasure thoroughness	7. Low Contrast sensitivity *
8. IP Throughput	8. Threshold contrast detail detectability*
9. Laser beam function	9. Scaling errors*
10. Limiting Resolution and Resolution Uniformity	10. Measured uniformity*
11. Spatial Distance Accuracy	11. Erasure cycle efficiency*
12. Exposure Indicator Calibration Accuracy	12. Condition of Cassettes and image plates
13. System Linearity and Auto ranging Response	13. AEC Device repeatability
14. Aliasing/Grid Response	
15. Acceptance Criteria and Quantitative Relationships	
16. LUT Transforms and Frequency Enhancement	

หมายเหตุ * หมายถึง หัวข้อที่ทั้ง 2 องค์กรแนะนำเหมือนกัน

ตารางที่ 6 เกณฑ์การยอมรับสำหรับการทดสอบเครื่องสร้างภาพระบบดิจิทัลแบบ CR

พารามิเตอร์ที่ทดสอบ	เกณฑ์การยอมรับ
Dark noise	1. ไม่เกิน $\pm 50\%$ ของ Baseline 2. ตามเงื่อนไขที่บริษัทผู้ผลิตกำหนด
Calibration of CR unit Detector dose indicator: DDI	1. ค่าความคลาดเคลื่อนไม่เกิน $\pm 20\%$ 2. ตามเงื่อนไขที่บริษัทผู้ผลิตกำหนด
Detector dose indicator repeatability : DDI repeatability	CV < 10%
Signal Transfer Properties ; STP	$R^2 > 0.98$
Measured Uniformity	ค่าที่ได้ไม่เกิน $\pm 10\%$
Erasure cycle efficiency	< 1%
Limiting spatial resolution	ต้องไม่น้อยกว่าครั้งก่อนหน้าหรือการตรวจรับครั้งแรก
Low-Contrast Resolution	ต้องไม่น้อยกว่าครั้งก่อนหน้าหรือการตรวจรับครั้งแรก
Accuracy of measured dimensions	ค่าความคลาดเคลื่อนไม่เกิน $\pm 1\%$
Blurring/line defects	ภาพที่ได้รับต้องไม่มีการบิดเบือน หรือเบลอ และไม่มีเส้นที่ชำรุดอยู่ติดกัน
Laser beam function	บริเวณขอบภาพควรต่อเนื่องโดยมีลักษณะ "ขั้นบันได" สม่่าเสมอตลอดความยาวของภาพ
Moiré Patterns visible and anti-scatter grids	ต้องไม่เห็นลายเส้นคลื่น

1. Dark Noise

คำอธิบายและวัตถุประสงค์ :

การทดสอบนี้ใช้ประเมินของตัวรับภาพ โดยมีจุดประสงค์เพื่อวัดระดับสัญญาณรบกวนที่เกิดขึ้นจากระบบอ่านค่าเอง โดยไม่มีสัญญาณอินพุต การทดสอบนี้จำเป็นต้องกำหนดค่าพื้นฐาน ซึ่งหากเป็นไปได้ ควรตั้งค่าไว้ตั้งแต่ขั้นตอนติดตั้งระบบ

เครื่องมือ/อุปกรณ์ :

1. แผ่นรับภาพ
2. เครื่องคอมพิวเตอร์พร้อมโปรแกรมสำหรับวิเคราะห์ภาพ
3. แผ่นยางตะกั่ว หรือเสื้อตะกั่ว
4. เครื่องเอกซเรย์

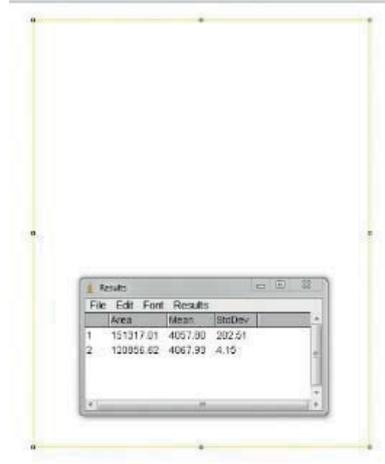
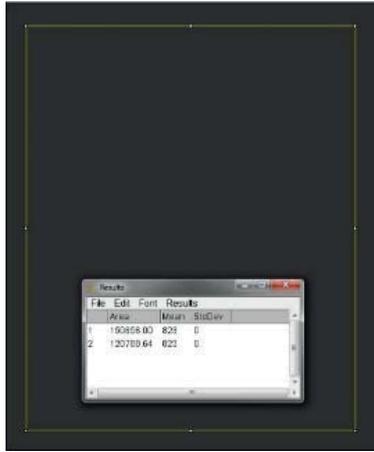
วิธีทดสอบ :

1. นำแผ่นรับภาพ ไปลบสัญญาณแบบ Long Erasure Cycle
2. นำแผ่นรับภาพ ไปอ่านทันทีโดยไม่ต้องฉายรังสี ตามเงื่อนไขที่บริษัทผู้ผลิตกำหนด ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ตัวอย่างเงื่อนไขบริษัทผู้ผลิตกำหนดกระบวนการสร้างภาพ

ผลิตภัณฑ์	กระบวนการสร้างภาพ
Agfa	S = 800 Examination type - 'System Diagnosis' Processing - 'Flat Field'
FUJIFILM	Readout mode - 'Fixed' S= 10000 L= 1 'Dark Noize'
KODAK/ CARESTREAM	mode - 'Pattern'
Konica	Readout mode - Fix

3. ทำซ้ำสำหรับขนาดแผ่นรับภาพขนาดอื่น ๆ



ภาพที่ 21 ตัวอย่างการทดสอบสัญญาณรบกวนมืด

การวิเคราะห์ผล :

1. ประเมินด้วยสายตาและสังเกตภาพ ต้องได้ภาพที่ชัดเจนและสม่ำเสมอโดยปราศจากสิ่งแปลกปลอม
2. อ่านภาพและวาด ROI (Region of interest) ขนาดพื้นที่ 80% ตรงกลางของภาพ บันทึกค่าเฉลี่ยของค่าพิทเชล (Mean PV) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (PVSD)
3. บันทึกค่าเป็น baseline หากเป็นการตรวจสอบครั้งแรก

ขอบเขตการยอมรับ :

1. ไม่เกิน $\pm 50\%$ ของ baseline
2. ตามเงื่อนไขที่บริษัทผู้ผลิตกำหนด

ตารางที่ 8 เกณฑ์การยอมรับการทดสอบสัญญาณรบกวนมืด

ผลิตภัณฑ์	ขอบเขตการยอมรับ
Agfa	SAL < 100 PVSD < 5
KODAK/CARESTREAM	EI < 80 สำหรับเพลททั่วไป (GP plates) EI < 380 สำหรับเพลทที่มีความละเอียดสูง (HR plates) PVSD < 4
Konica	PV > 3975
FUJIFILM	PV < 280 PVSD < 4
iCRco	PV < 64000 PVSD < 4000

ความถี่ในการทดสอบ :

1. การทดสอบเพื่อการตรวจรับ
2. ทดสอบทุก 6 เดือน

การดำเนินการแก้ไข :

สำหรับระบบการสร้างภาพแบบ CR (Computed Radiography) ให้ทำการลบภาพและทดสอบซ้ำหากปัญหา ยังคงอยู่ ให้ตรวจสอบว่ามีแสงรั่วในฟิล์มหรือเครื่องอ่านหรือไม่ นอกจากนี้ สัญญาณรบกวนที่มีมากเกินไปอาจบ่งชี้ถึงการสูญเสียกำลังของเลเซอร์ หากไม่พบความผิดปกติดังกล่าวควรหารือเกี่ยวกับคุณภาพของภาพกับผู้ใช้ระบบว่าข้อผิดพลาดนี้ส่งผลต่อการประเมินภาพทางคลินิกหรือไม่ หากการปรับเทียบใหม่หรือการแนะนำการแก้ไขไม่สามารถแก้ปัญหานี้ได้ ควรพิจารณาเปลี่ยนตัวรับภาพ

2. การวัดปริมาณรังสีสำหรับการทดสอบคุณภาพ

2.1 การวัดปริมาณรังสีสำหรับการทดสอบคุณภาพตามเงื่อนไขที่บริษัทผู้ผลิตกำหนด

วัตถุประสงค์ : เพื่อให้ทราบค่าปริมาณรังสีที่แผ่นรับภาพ (DAK) ใช้ในการทดสอบคุณภาพ

เครื่องมือ/อุปกรณ์ :

1. เครื่องวัดปริมาณรังสี พร้อมอุปกรณ์ประกอบ
2. แผ่นกรองรังสี
3. ตลับเมตร
4. แผ่นตะกั่ว หรือเสื้อตะกั่ว
5. เครื่องเอกซเรย์

วิธีทดสอบ :

1. จัดวางหัววัดรังสีห่างจากจุดโฟกัสของหลอดเอกซเรย์ (SID) ประมาณ 180 เซนติเมตรหรือมากที่สุด
2. ติดแผ่นกรองรังสีที่ด้านหน้าคอลลิเมเตอร์ (Collimator) ตามตารางที่ 7 หากไม่เป็นไปตามเงื่อนไขข้างต้นให้อ้างอิงตามเงื่อนไขที่บริษัทผู้ผลิตกำหนด
3. ตั้งค่าเทคนิคการฉายรังสีโดยใช้ค่า kVp และปรับค่า mAs เพื่อให้ได้ค่าปริมาณรังสีที่แผ่นรับภาพ (DAK) ที่แผ่นรับภาพ โดยประมาณ 1, 5, 10, 12 และ 20 μGy (ให้ได้ค่าที่ใกล้เคียงมากที่สุด) แล้วบันทึกค่าเทคนิคและค่าปริมาณรังสีที่วัดได้ ทำซ้ำ 3 ครั้ง หากไม่เป็นไปตามเงื่อนไขข้างต้นให้อ้างอิงตามเงื่อนไขที่บริษัทผู้ผลิตกำหนด ตารางที่ 9 ตัวอย่างเงื่อนไขที่บริษัทผู้ผลิตกำหนดที่ใช้ในการหาค่าปริมาณรังสีที่หัววัดรังสี

ผลิตภัณฑ์	การกรองรังสี	ค่าความต่างศักย์ (kV)
Agfa	1.5 mm Cu	75
KODAK/CARESTREAM	0.5 mm Cu +1 mm Al	80
Konica	no Filtration	80
FUJIFILM	no Filtration	80
SAMSUNG	21 mm Al	70
CANON	26 mm Al	80
Siemens Medical Systems	0.6 mm Cu	70
Philips	21 mm Al	70
GE	การกรองรังสีตามมาตรฐานของเครื่อง โดยไม่ใช้กริด	80
Imaging Dynamics Company	1 mm Cu	80

ผลิตภัณฑ์	การกรองรังสี	ค่าความต่างศักย์ (kV)
Alara CR	21 mm Al	70
iCRco	1.5 mm Cu	80

หมายเหตุ : นอกเหนือจากตารางนี้เป็นไปตามเงื่อนไขที่บริษัทผู้ผลิตกำหนด

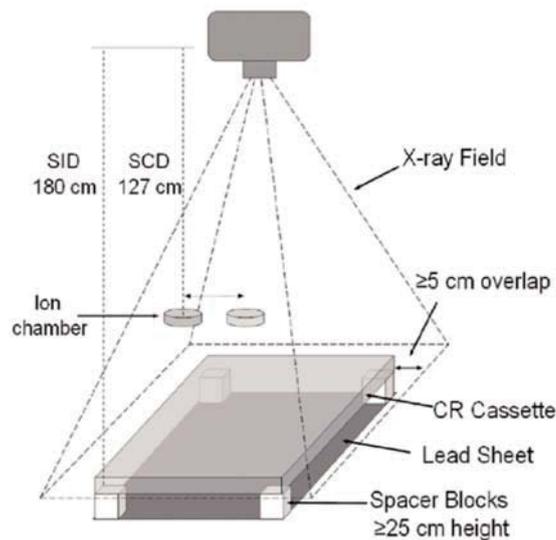
ในกรณีที่หัววัดอยู่สูง 127 เซนติเมตร สามารถคำนวณค่าปริมาณรังสีที่วัดได้ไปยังแผ่นรับภาพจากสูตรกฎกำลังสองผกผัน (Inverse Square Law) ดังสมการที่ (13)

$$I \propto \frac{1}{d^2}$$



$$\frac{I_1}{I_2} = \left(\frac{d_2}{d_1}\right)^2 \quad \text{----- (14)}$$

โดยที่ I_1 คือ อัตราปริมาณรังสีที่ระยะทาง d_1 จากต้นกำเนิดรังสี
 I_2 คือ อัตราปริมาณรังสีที่ระยะทาง d_2 จากต้นกำเนิดรังสี



ภาพที่ 22 การติดตั้งเครื่องมือวัดปริมาณรังสี

ที่มาภาพ : American Association of Physicists in Medicine REPORT No.93 (Report of AAPM Task Group 10, October 2006)

2.2 การวัดปริมาณรังสีสำหรับการทดสอบคุณภาพตามเงื่อนไขที่ Phantom กำหนด

ตารางที่ 10 เงื่อนไขที่ใช้ในการหาค่าปริมาณรังสีที่แผ่นรับภาพ (DAK)

Phantom	kVp	การกรองรังสี (Filter)
Phantom TOR CDR	70 kVp	1 mm Cu
Phantom CR DDR	70 kVp	1.5 mm Cu

วัตถุประสงค์ : เพื่อให้ทราบค่าปริมาณรังสีที่แผ่นรับภาพ (DAK) ใช้ในการทดสอบคุณภาพ

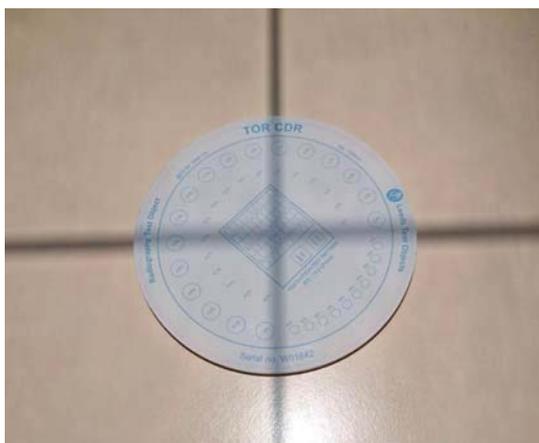
เครื่องมือ/อุปกรณ์ :

1. เครื่องวัดปริมาณรังสี พร้อมอุปกรณ์ประกอบ
2. แผ่นกรองรังสี (แผ่นทองแดง หนา 1 มิลลิเมตรหรือหนา 1.5 มิลลิเมตร (เงื่อนไขที่ Phantom กำหนด)
3. ตลับเมตร
4. แผ่นตะกั่ว หรือเสื้อตะกั่ว
5. เครื่องเอกซเรย์

วิธีทดสอบ :

1. จัดวางหัววัดรังสีห่างจากจุดโฟกัสของหลอดเอกซเรย์ ประมาณ 100 เซนติเมตร
2. ติดแผ่นกรองรังสีที่ด้านหน้าคอลลิเมเตอร์ (Collimator) ตามเงื่อนไข ตารางที่ 10 หากไม่เป็นไปตามเงื่อนไขข้างต้นให้อ้างอิงตามเงื่อนไขที่บริษัทผู้ผลิตกำหนด โดยให้ความต่างศักย์ที่หลอดเอกซเรย์ 70 kVp และปรับค่า mAs โดยให้ได้ค่าปริมาณรังสีที่แผ่นรับภาพ (DAK) โดยประมาณ 5 และ 10 μGy (ให้ได้ค่าที่ใกล้เคียงมากที่สุด) แล้วบันทึกค่าเทคนิคที่วัดได้

หมายเหตุ : การถ่ายภาพควรวางวัตถุทดสอบ (Phantom) ตามคำแนะนำของคู่มือของวัตถุทดสอบ (Phantom) ที่ใช้ในการทดสอบ



ภาพที่ 23 ตัวอย่างการวางวัตถุทดสอบ (Phantom) TORCDR ในมุม 45 องศา ตามคู่มือ

3. Calibration of CR unit Detector dose indicator: DDI

คำอธิบายและวัตถุประสงค์ :

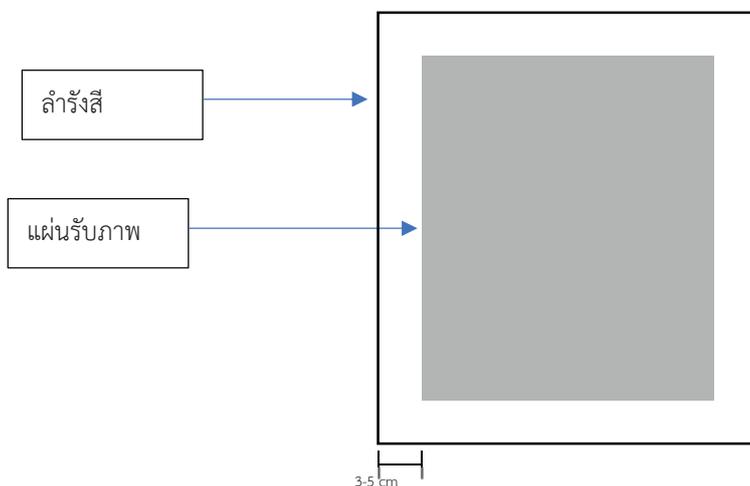
เพื่อประเมินความแม่นยำของค่าดัชนีปริมาณรังสีที่แผ่นรับภาพ ซึ่งเป็นการหาความสัมพันธ์ระหว่างสัญญาณในภาพกับปริมาณรังสีที่ดูดกลืนโดยแผ่นรับภาพ โดยแต่ละบริษัทผู้ผลิตจะนิยามค่าดัชนีปริมาณรังสีแตกต่างกันจึงควรใช้วิธีทดสอบตามเงื่อนไขที่บริษัทผู้ผลิตกำหนด

เครื่องมือ/อุปกรณ์ :

1. เครื่องวัดปริมาณรังสี พร้อมอุปกรณ์ประกอบ
2. แผ่นรับภาพ
3. เครื่องคอมพิวเตอร์พร้อมโปรแกรมสำหรับวิเคราะห์ภาพ
4. แผ่นกรองรังสี
5. ตลับเมตร
6. เครื่องเอกซเรย์

วิธีทดสอบ :

1. เปิดลำรังสีให้ครอบคลุมทั้งแผ่นรับภาพ โดยให้ลำรังสีมีระยะห่างจากขอบของแผ่นรับภาพประมาณ 3 - 5 เซนติเมตร และให้แผ่นรับภาพห่างจากจุดโฟกัสของหลอดเอกซเรย์ ประมาณ 180 เซนติเมตร
2. ใช้เทคนิคที่ได้ในการหาค่าปริมาณรังสีที่แผ่นรับภาพ (DAK_{DDI}) โดยประมาณ 1, 5, 10, 12 และ 20 μGy (ให้ได้ค่าที่ใกล้เคียงมากที่สุด) ตามลำดับโดยตามเงื่อนไขที่บริษัทผู้ผลิตกำหนด
3. บันทึกค่าดัชนีปริมาณรังสี (Detector Dose Indicator : DDI) จากหน้าจอ และคำนวณค่าปริมาณรังสีที่แผ่นรับภาพ (DAK_{DDI})



ภาพที่ 24 การเปิดลำรังสีบนแผ่นรับภาพ

การวิเคราะห์ผล :

คำนวณค่าปริมาณรังสีที่แผ่นรับภาพ (DAK) โดยใช้สมการที่ (14)

$$\%Error = \frac{E_{C} - E_{M}}{E_{C}} \times 100\% \quad \text{----- (15)}$$

โดยที่ E_C คือ ค่าปริมาณรังสีที่แผ่นรับภาพที่ได้จากการคำนวณ
 E_M คือ ค่าปริมาณรังสีที่แผ่นรับภาพที่ได้จากหน้าจอ

ขอบเขตการยอมรับ :

1. ค่าความคลาดเคลื่อนไม่เกิน $\pm 20\%$
2. ตามเงื่อนไขที่บริษัทผู้ผลิตกำหนด ดังตารางที่ 11

ตารางที่ 11 ค่าดัชนีปริมาณรังสีของแผ่นรับภาพตามเงื่อนไขที่บริษัทผู้ผลิตกำหนด

บริษัทผู้ผลิต	ค่าดัชนีปริมาณรังสี (Detector Dose Indicator : DDI)	คำนิยาม
Agfa	Scan Average Level (SAL)	$SAL = 402 \sqrt{\frac{SK}{200}}$ โดยที่ S = speed class
FUJIFILM	Sensitivity value (S)	$S = 1740/K$
Kodak	Exposure Index (EI)	$EI = 1000 \log_{10}(K) + C$ โดยที่ C = 1060 for GP; C = 760 for HR
Konica	Sensitivity value (S-value)	$S = 1740/K$
SAMSUNG	Exposure Index (EI)	$EI = 100 * K$
IEC 62494 (2008)	-	$EI = 100 * K$
CARESTREAM	Exposure Index (EI)	$1000 * \log K (\mu Gy) / 5.69 + 2000$
DRTECH	Exposure Index (EI)	Image's

หมายเหตุ : นอกเหนือจากตารางนี้เป็นไปตามเงื่อนไขที่บริษัทผู้ผลิตกำหนด

ความถี่ในการทดสอบ :

1. การทดสอบเพื่อการตรวจรับ
2. ทดสอบประจำทุกปี

4. Detector dose indicator repeatability : DDI repeatability

คำอธิบายและวัตถุประสงค์ :

เพื่อทดสอบความสม่ำเสมอของค่าดัชนีปริมาณรังสี

เครื่องมือ/อุปกรณ์ :

1. เครื่องวัดปริมาณรังสี พร้อมอุปกรณ์ประกอบ
2. แผ่นรับภาพ
3. เครื่องคอมพิวเตอร์พร้อมโปรแกรมสำหรับวิเคราะห์ภาพ
4. แผ่นกรองรังสี
5. ตลับเมตร
6. เครื่องเอกซเรย์

วิธีทดสอบ :

1. เปิดลำรังสีให้ครอบคลุมทั้งแผ่นรับภาพ โดยให้ลำรังสีมีระยะห่างจากขอบของแผ่นรับภาพประมาณ 3 - 5 cm และให้แผ่นรับภาพห่างจากจุดโฟกัสของหลอดเอกซเรย์ ประมาณ 180 เซนติเมตร
2. ใช้เทคนิคที่ได้ในการหาค่าปริมาณรังสีที่แผ่นรับภาพ (DAK_{DDI}) โดยประมาณ 1, 5, 10, 12 และ 20 μGy (ให้ได้ค่าที่ใกล้เคียงมากที่สุด) ตามลำดับ โดยใช้เงื่อนไขตามเงื่อนไขที่บริษัทผู้ผลิตกำหนด
3. บันทึกค่าดัชนีปริมาณรังสี (Detector Dose Indicator : DDI) จากหน้าจอและคำนวณค่าปริมาณรังสีที่แผ่นรับภาพ (DAK_{DDI}) โดยทำซ้ำ 3 ครั้ง
4. คำนวณหาค่าร้อยละสัมประสิทธิ์การแปรผันของค่าดัชนีปริมาณรังสี (CV) ดังสมการที่ (15)

การวิเคราะห์ผล :

สูตรหาค่าร้อยละสัมประสิทธิ์การแปรผันของค่าดัชนีปริมาณรังสี (CV)

$$\% \text{ CV} = \frac{\text{SD}}{\bar{X}} \times 100 \quad \text{----- (16)}$$

$$\text{เมื่อ } \text{SD} = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n}} \quad \text{----- (17)}$$

$$\text{และ } \bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{N} \quad \text{----- (18)}$$

ขอบเขตการยอมรับ :

$$\text{CV} < 10\%$$

ความถี่ในการทดสอบ :

1. การทดสอบเพื่อการตรวจรับ
2. ทดสอบประจำปี

5. Signal Transfer Properties ; STP

คำอธิบายและวัตถุประสงค์ :

เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณรังสีที่ตกกระทบแผ่นรับภาพกับ Pixel Value (PV)

เครื่องมือ/อุปกรณ์ :

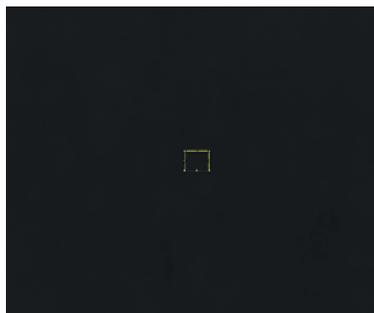
1. เครื่องวัดปริมาณรังสี พร้อมอุปกรณ์ประกอบ
2. แผ่นรับภาพ
3. เครื่องคอมพิวเตอร์พร้อมโปรแกรมสำหรับวิเคราะห์ภาพ
4. แผ่นกรองรังสี
5. ตลับเมตร
6. เครื่องเอกซเรย์

วิธีทดสอบ :

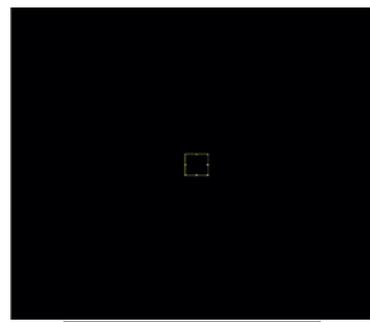
1. เปิดลำรังสีให้ครอบคลุมทั้งแผ่นรับภาพ โดยให้ลำรังสีมีระยะห่างจากขอบของแผ่นรับภาพประมาณ 3 - 5 cm และให้แผ่นรับภาพห่างจากจุดโฟกัสของหลอดเอกซเรย์ ประมาณ 180 เซนติเมตร
2. ใช้เทคนิคที่ได้ในการหาค่าปริมาณรังสีที่แผ่นรับภาพ (DAK) โดยประมาณ 1, 5, 10, 12 และ 20 μGy (ให้ได้ค่าที่ใกล้เคียงมากที่สุด) ตามลำดับเงื่อนไขที่บริษัทผู้ผลิตกำหนด
3. ใช้ ROI วัดบริเวณกลางภาพ จากนั้นบันทึกค่า PV ในแต่ละภาพ
3. บันทึกค่า PV ในแต่ละภาพ หากค่า PV ไม่เปลี่ยนแปลงตามค่าปริมาณรังสีที่แผ่นรับภาพ (DAK) ให้ทำซ้ำโดยใช้เงื่อนไขดังนี้

ตารางที่ 12 การถ่ายโอนสัญญาณของผู้ผลิต (Summary of manufacturer Signal transfer properties ; STP)

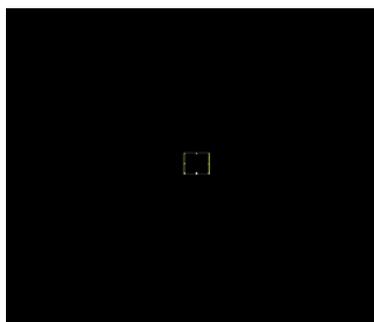
บริษัท	นิยาม IPEM 32 at 70 kV 1 mm Cu	นิยาม AAPM 93	Condition
Agfa	$PV = 533 \ln(K) + 1650$	$PV = 2499 \log(SAL) - 4933$	75 kVp 1.5 mm Cu, no delay (AAPM)/ 2.5 min delay (IPEM)
Fuji	$PV = 138 \ln(K) + 152$	$PV = 1024/L \times (\log(E)) + \log(S/200) + 511$	80 kVp no filtration, 10 min delay
Kodak	$PV = 422 \ln(K) + 1180$	$PV = 1000 \log \epsilon + C_0$ $C_0 = 2000$ for GP Ips $C_0 = 1700$ for HP Ips	80 kVp 0.5 mm Cu, 1 mm Al 15min delay
Konica	$PV = -451 \ln(K) + 2840$	-	80 kVp no filtration 2 min delay



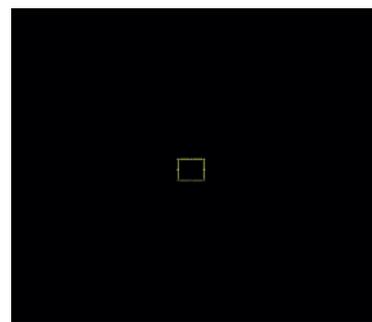
(ก) 1 µGy



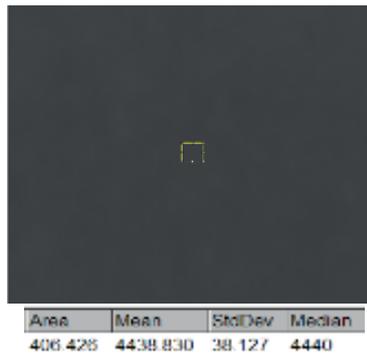
(ข) 5 µGy



(ค) 10 µGy



(ง) 12 µGy



(จ) 20 μGy

ภาพที่ 25 ตัวอย่างการทดสอบคุณสมบัติการส่งผ่านสัญญาณที่ค่าปริมาณรังสีที่แผ่นรับภาพได้ โดยประมาณ 1, 5, 10, 12 และ 20 μGy

การวิเคราะห์ผล :

- สมการ STP แบบเชิงเส้น

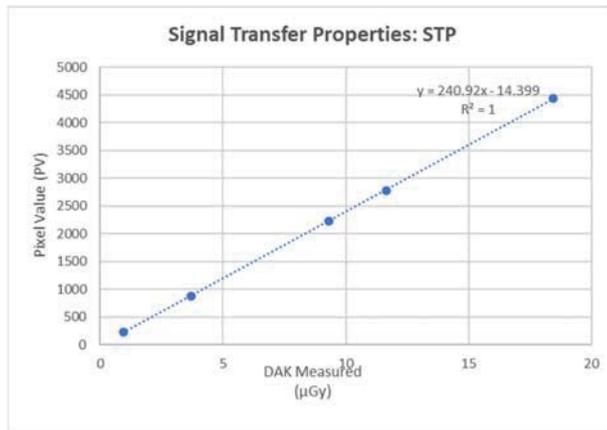
$$PV_{\text{lin}} = a + bK \quad \text{----- (19)}$$

$$K = \frac{PV - a}{b} \quad \text{----- (20)}$$

เมื่อ a, b, และ c คือ ค่าคงที่
 PV คือ ค่าพิกเซล
 และ K คือ Air Kerma (μGy)

ตัวอย่างข้อมูลของภาพที่ฉายรังสีที่ ค่าปริมาณรังสีที่แผ่นรับภาพ (DAK) โดยประมาณ 1, 5, 10, 12 และ 20 μGy ดังตาราง

DAK Setting (μGy)	DAK Measured (μGy)	PV
1	0.94	219.547
5	4.72	880.671
10	9.31	2229.243
12	11.64	2772.257
20	18.44	4438.83



ภาพที่ 29 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าปริมาณรังสีที่แผ่นรับภาพ (DAK) กับ PV แล้วได้ค่าสัมประสิทธิ์เชิงเส้น (R^2)

ขอบเขตการยอมรับ :

ค่า $R^2 > 0.98$

ความถี่ในการทดสอบ :

1. การทดสอบเพื่อการตรวจรับ
2. ทดสอบประจำปี

6. Measured Uniformity

คำอธิบายและวัตถุประสงค์ :

ความสม่ำเสมอของสัญญาณภาพรังสี (Signal uniformity) หมายถึง ความคงที่สัญญาณภาพจากการตอบสนองของแผ่นรับภาพทั่วทั้งพื้นที่สร้าง เมื่อได้รับรังสีเอกซ์ที่สม่ำเสมอ (uniform x-ray field) ความไม่สม่ำเสมออาจทำให้เกิดสิ่งแปลกปลอม (Artifacts) เนื่องจากความแปรปรวนของความสว่างของภาพ (brightness) ที่อาจจะทำให้ผู้ป่วยที่อยู่ในภาพมีความผิดปกติ ส่งผลต่อความถูกต้องในการวินิจฉัยโรค

เครื่องมือ/อุปกรณ์ :

1. เครื่องวัดปริมาณรังสี พร้อมอุปกรณ์ประกอบ
2. แผ่นรับภาพ
3. เครื่องคอมพิวเตอร์พร้อมโปรแกรมสำหรับวิเคราะห์ภาพ
4. แผ่นกรองรังสี
5. ดิลล์เมตร
6. เครื่องเอกซเรย์

วิธีทดสอบ :

1. เปิดลำรังสีให้ครอบคลุมทั้งแผ่นรับภาพ โดยให้ลำรังสีมีระยะห่างจากขอบของแผ่นรับภาพประมาณ 3 - 5 cm เซนติเมตร และให้แผ่นรับภาพห่างจากจุดโฟกัสของหลอดเอกซเรย์ ประมาณ 180 เซนติเมตร
2. ใช้เทคนิคที่ได้ในการหาค่าปริมาณรังสีที่แผ่นรับภาพ (DAK) โดยประมาณ 5 μGy (ให้ได้ค่าที่ใกล้เคียงมากที่สุด)
3. แผ่น CR ให้หมุนแผ่นรับภาพแล้วฉายรังสีใหม่ โดยใช้ค่าเทคนิคเดียวกัน (เพื่อลดการเกิด heel effect) โดยวางแผ่นให้ด้านที่แคบกว่าขนานกับแอโนด-แคโทด
4. อ่านภาพถ่ายทางรังสี

การวิเคราะห์ผล :

1. ทดสอบภาพเพื่อหาสิ่งแปลกปลอมหรือความไม่สม่ำเสมอของภาพ
2. ใช้ ROI ขนาด 2 x 2 cm วัดค่า PV (Pixel value) ในตำแหน่งกึ่งกลางภาพและบริเวณมุมทั้งสี่ด้านตามภาพที่ 13
3. คำนวณหาค่าเฉลี่ยของค่าพิกเซล (PV) จากนั้นหาค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของค่าพิกเซล (Mean PV) ทั้ง 5 จุด โดยรายงานค่าที่ได้มากที่สุด จากภาพที่ 30 จะได้



ภาพที่ 26 ตัวอย่างการทดสอบความสม่ำเสมอของภาพทั้ง 5 จุด

จากภาพที่ 26 หาค่าเฉลี่ยทั้ง 5 จุด จะได้

$$U_{Avg} = \left(\frac{2255.79+2257.66+2218.62+2231.53+2182.09}{5} \right) = 2229.14$$

โดยหาค่าความแตกต่างจากแต่ละจุดกับค่าเฉลี่ย จะได้

โดยหาค่าความแตกต่างจากแต่ละจุดกับค่าเฉลี่ย จะได้จากสูตร

$$U_{error} = \frac{\max(PV) - \min(PV)}{U_{avg}} \text{ ----- (21)}$$

$$U_{error} = \left(\frac{2255.79-2182.09}{2229.14} \right) \times 100\% = 3.36\%$$

ขอบเขตการยอมรับ :

ค่าที่ได้ไม่เกิน $\pm 10\%$

คำแนะนำ

1. ภาพที่ได้ต้องมีความดำความสม่ำเสมอตลอดทั้งภาพ (ยกเว้นผลจาก heel effect)
2. ภาพที่ได้ต้องไม่ปรากฏสิ่งแปลกปลอม ถ้าพบสิ่งแปลกปลอมให้หาสาเหตุและแก้ไข
3. ทุกผลิตภัณฑ์ ภาพที่ได้ควรจะมีสม่ำเสมอทั้งภาพ ไม่มีภาพแปลกปลอม เช่น จุดหรือเส้นขาวรอยลูกกลิ้ง ขาว หรือดำมากบริเวณขอบหรือตรงกลางภาพ

ความถี่ในการทดสอบ

1. การทดสอบเพื่อการตรวจรับ
2. ทดสอบประจำทุกปี

7. Erasure cycle efficiency

คำอธิบายและวัตถุประสงค์ :

ทดสอบสัญญาณตกค้างยังคงเหลืออยู่บนแผ่นรับภาพหรือไม่ หลังจากที่มีการอ่านและลบสัญญาณแล้ว

เครื่องมือ/อุปกรณ์ :

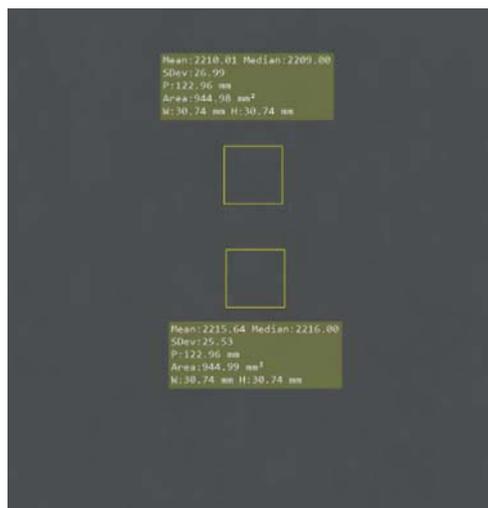
1. แผ่นรับภาพ
2. วัตถุทดสอบ (แผ่นตะกั่ว 5X5 เซนติเมตร)
3. เครื่องอ่านสัญญาณภาพ (CR Reader)
4. เครื่องคอมพิวเตอร์พร้อมโปรแกรมสำหรับวิเคราะห์ภาพ
5. เครื่องเอกซเรย์
6. ตลับเมตร

วิธีทดสอบ :

1. วางแผ่นตะกั่วไว้ตรงกลางแผ่นรับภาพ เปิด collimator ให้มีขนาดใหญ่กว่าแผ่นตะกั่ว เช่น 5 x 5 เซนติเมตร
2. ฉายรังสีบนแผ่นรับภาพ โดยตั้งค่าเทคนิค 80 kVp 10 mAs (No Filter) แผ่นรับภาพห่างจากจุดโฟกัสของหลอดเอกซเรย์ ประมาณ 180 เซนติเมตร แล้วอ่านภาพ
3. นำแผ่นรับภาพ นั้นมาฉายรังสีอีกครั้ง ณ ตำแหน่งเดิม (No Filter) ลด collimator ลงโดยไม่ใช้แผ่นตะกั่ว
4. ฉายรังสีบนแผ่นรับภาพอีกครั้งโดยใช้ค่าเทคนิคลดลง เช่น 80 kVp 5 mAs (No Filter) แล้วอ่านภาพ

การวิเคราะห์ผล :

1. ปรับ narrow window width และ window level ให้ได้ภาพที่เหมาะสม
2. ตรวจสอบภาพตกค้าง หากมีภาพตกค้าง ให้ใช้ ROI วัดค่า PV
3. ความแตกต่างของ PV ในบริเวณที่เคยวางแผ่นตะกั่วและบริเวณที่ไม่เคยวางแผ่นตะกั่ว



ภาพที่ 27 ตัวอย่างการวัด ROI บริเวณที่เคยวางแผ่นตะกั่วและบริเวณที่ไม่เคยวางแผ่นตะกั่ว

ขอบเขตการยอมรับ :

< 1%

ความถี่ในการทดสอบ :

1. การทดสอบเพื่อการตรวจรับ
2. ทดสอบประจำทุกปี

8. Limiting spatial resolution

คำอธิบายและวัตถุประสงค์ :

ลักษณะการทำงานอย่างหนึ่งของตัวรับภาพคือความละเอียดเชิงพื้นที่ ในการกำหนดลักษณะคุณสมบัติ เราอาจใช้วัตถุทดสอบอย่างง่าย ความละเอียดเชิงพื้นที่ที่วัดได้โดยการประเมินว่ากลุ่มที่มองเห็นได้บนภาพ การบันทึกอย่างต่อเนื่องเหล่านี้จะเผยให้เห็นแนวโน้มที่ประสิทธิภาพการถ่ายภาพที่ลดลง

เครื่องมือ/อุปกรณ์ :

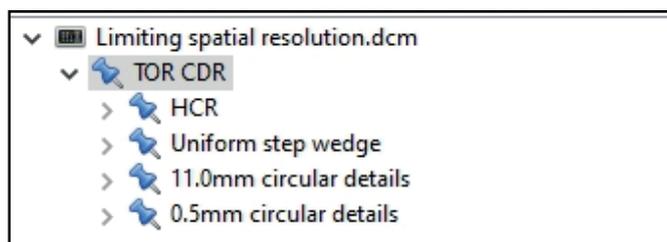
1. แผ่นรับภาพ
2. วัตถุทดสอบ (Phantom)
3. เครื่องอ่านสัญญาณภาพ (CR Reader)
4. เครื่องคอมพิวเตอร์พร้อมโปรแกรมสำหรับวิเคราะห์ภาพ
5. เครื่องเอกซเรย์
6. ตลับเมตร

วิธีทดสอบ :

1. วางวัตถุทดสอบ (Phantom) บนตัวรับภาพโดยกำหนดระยะห่างของจุดโฟกัสไปยังตัวรับภาพประมาณ (SID) 100 เซนติเมตร เปิดลำรังสีให้ครอบคลุมขอบเขตพื้นที่ โดยให้ลำรังสีมีระยะห่างจากขอบของแผ่นรับภาพประมาณ 3 - 5 เซนติเมตร
2. ใช้แผ่นกรองรังสีที่ทำจากทองแดงความหนา 1 มิลลิเมตร ที่ด้านหน้าคอลลิเมเตอร์ (Collimator) โดยใช้ความต่างศักย์ที่หลอดเอกซเรย์ที่ 50 kVp และ 5-10 mAs
3. ทำการฉายรังสีที่ค่าเทคนิคดังกล่าว
4. อ่านภาพถ่ายทางรังสี

การวิเคราะห์ผล :

เปิดโปรแกรม AutoPIA เลือกไฟล์ภาพ จะขึ้นแท็บให้เลือกด้านซ้ายมือ จากนั้นกด Analyse ต่อด้วย TOR CDR จะปรากฏดังภาพที่ 28



ภาพที่ 28 ตัวอย่างแสดงแท็บซ้ายมือในโปรแกรม AutoPIA

จากนั้นให้เลือกที่ HCR จะปรากฏดังภาพที่ 29

The image is a composite showing the process of selecting HCR (High Contrast Resolution) in a software interface. It includes a main radiographic image with a resolution test chart, a software window titled 'TOR CDR (TOR CDR)' showing a table of metrics, a 'Close-up' window showing a magnified view of the chart, and a detailed 'Sub-details' table for HCR.

Name	Value	UoM
kVp	0	kV

Sub-details			
Detail	Name	Value	UoM
HCR	MTF Area	0.78	%lp/mm
	Cut off	2.24	lp/mm
	Nyquist frequency	3.571	lp/mm
	Frequency at MTF 50%	1.287	lp/mm
	Frequency at MTF 20%	1.829	lp/mm
	Frequency at MTF 10%	2.034	lp/mm
11.0mm circular details	Visible	6.0	#
0.5mm circular details	Visible	10.0	#

Sub-details			
Detail	Name	Value	UoM
HCR	MTF Area	0.78	%lp/mm
	Cut off	2.24	lp/mm
	Nyquist frequency	3.571	lp/mm
	Frequency at MTF 50%	1.287	lp/mm
	Frequency at MTF 20%	1.829	lp/mm
	Frequency at MTF 10%	2.034	lp/mm
11.0mm circular details	Visible	6.0	#
0.5mm circular details	Visible	10.0	#

ภาพที่ 29 ตัวอย่าง HCR ใช้วิเคราะห์ Limiting spatial resolution

จากภาพที่ 33 วิเคราะห์จากโปรแกรม AutoPIA แสดงค่า HCR ภายใน TOR CDR โดยปกติจะมีแท่งที่สามารถแยกกันได้ 30 กลุ่ม โดยแต่ละกลุ่มจะประกอบด้วย 5 แท่ง และช่องว่าง 4 ช่อง แสดงความถี่เชิงพื้นที่เป็นคู่เส้นต่อมิลลิเมตร โดยในภาพโปรแกรมสามารถวิเคราะห์ได้ กลุ่มที่ 14 จะได้ค่า Limiting spatial resolution เท่ากับ 2.24 lp/mm ดังตารางที่ 13

ตารางที่ 13 แสดงค่า Limiting spatial resolution

Group Number	Spatial Freq.
1	0.5
2	0.56
3	0.63
4	0.71
5	0.8
6	0.9
7	1
8	1.12
9	1.25
10	1.4
11	1.6
12	1.8
13	2
14	2.24
15	2.5

Group Number	Spatial Freq.
16	2.8
17	3.15
18	3.55
19	4
20	4.5
21	5
22	5.6
23	6.3
24	7.1
25	8
26	8.9
27	10
28	11.1
29	12.5
30	14.3

ขอบเขตการยอมรับ :

ต้องไม่น้อยกว่าครึ่งก่อนหน้าหรือการตรวจรับครั้งแรก

ความถี่ในการทดสอบ :

1. การทดสอบเพื่อการตรวจรับ
2. ทดสอบประจำทุก 6 เดือน

การดำเนินการแก้ไข :

หากสงสัยว่าความละเอียดของภาพจะเสื่อมสภาพ ให้ทำการทดสอบซ้ำ ตรวจสอบคุณภาพของลำแสงและขนาดจุดโฟกัสที่ใช้ หากเกินค่าความคลาดเคลื่อนที่กำหนด ควรปรึกษากับเจ้าหน้าที่ที่ประเมินภาพจากระบบนี้ เพื่อให้แน่ใจว่าการเปลี่ยนแปลงการมองเห็นจะไม่ส่งผลต่อการถ่ายภาพทางคลินิก การดำเนินการเพิ่มเติมอาจเกี่ยวข้องกับข้อจำกัดในการใช้งานหรือการระงับการให้บริการ ขึ้นอยู่กับระดับคุณภาพของภาพที่ผลิตโดยเครื่องเอกซเรย์

9. Low contrast detectability

คำอธิบายและวัตถุประสงค์ :

ทดสอบความสามารถในการตรวจจับคอนทราสต์ต่ำเป็นการประเมินคุณภาพของภาพโดยการประเมินการมองเห็นรายละเอียดที่มีคอนทราสต์ต่ำสามารถวิเคราะห์ภาพที่ซับซ้อนได้ การทดสอบทำให้เห็นแนวโน้มที่ประสิทธิภาพการถ่ายภาพที่เพิ่มขึ้นหรืออาจลดลง

เครื่องมือ/อุปกรณ์ :

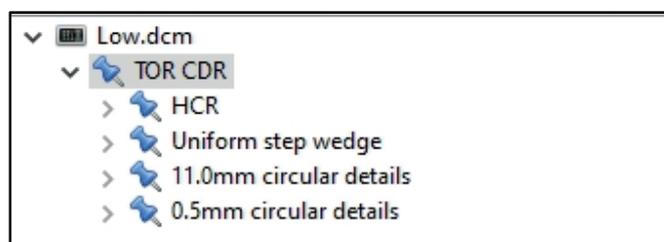
1. เครื่องวัดปริมาณรังสี พร้อมอุปกรณ์ประกอบ
2. แผ่นรับภาพ
3. เครื่องคอมพิวเตอร์พร้อมโปรแกรมสำหรับวิเคราะห์ภาพ
4. แผ่นกรองรังสี
5. ตลับเมตร
6. เครื่องเอกซเรย์
7. วัตถุทดสอบ (Phantom)

วิธีทดสอบ :

1. วางวัตถุทดสอบ (Phantom) บนตัวรับภาพโดยกำหนดระยะห่างของจุดโฟกัสไปยังตัวรับภาพประมาณ (SID) 100 เซนติเมตร เปิดลำรังสีให้ครอบคลุมขอบเขตพื้นที่ โดยให้ลำรังสีมีระยะห่างจากขอบของแผ่นรับภาพประมาณ 3 - 5 เซนติเมตร
2. ฉายรังสีโดยใช้เทคนิคในการหาค่าปริมาณรังสีที่แผ่นรับภาพ (DAK) ประมาณ 10 μGy (ให้ได้ค่าที่ใกล้เคียงมากที่สุด) ตามเงื่อนไขที่ Phantom กำหนด หรือตามตารางที่ 3
3. อ่านภาพถ่ายทางรังสี

การวิเคราะห์ผล :

เปิดโปรแกรม AutoPIA เลือกไฟล์ภาพ จะขึ้นแถบให้เลือกด้านซ้ายมือ จากนั้นกด Analyse ต่อด้วย TOR CDR จะปรากฏดังภาพที่ 30



ภาพที่ 30 ตัวอย่างแสดงแถบซ้ายมือในโปรแกรม AutoPIA

จากนั้นให้เลือก 11.0 mm. circular details จะปรากฏดังภาพที่ 31

Name	Value	UoM		
Visible	10.0	#		

Sub-details			
Detail	Nominal contrast	CNR	Visibility
11.0mm #1	7.5	2.02	Yes
11.0mm #2	6.7	1.84	Yes
11.0mm #3	5.3	1.49	Yes
11.0mm #4	4.5	1.27	Yes
11.0mm #5	3.9	1.05	Yes
11.0mm #6	3.2	0.83	Yes
11.0mm #7	2.7	0.67	Yes
11.0mm #8	2.2	0.61	Yes
11.0mm #9	1.7	0.47	Yes
11.0mm #10	1.5	0.58	No
11.0mm #11	1.3		No
11.0mm #12	1.1		No
11.0mm #13	0.9	0.32	No
11.0mm #14	0.7		No
11.0mm #15	0.5		No
11.0mm #16	0.3		No
11.0mm #17	0.2		No

Detail	Nominal contrast	CNR	Visibility
11.0mm #1	7.5	2.02	Yes
11.0mm #2	6.7	1.84	Yes
11.0mm #3	5.3	1.49	Yes
11.0mm #4	4.5	1.27	Yes
11.0mm #5	3.9	1.05	Yes
11.0mm #6	3.2	0.83	Yes
11.0mm #7	2.7	0.67	Yes
11.0mm #8	2.2	0.61	Yes
11.0mm #9	1.7	0.47	Yes
11.0mm #10	1.5	0.58	Yes
11.0mm #11	1.3		No
11.0mm #12	1.1		No
11.0mm #13	0.9	0.32	No
11.0mm #14	0.7		No
11.0mm #15	0.5		No
11.0mm #16	0.3		No
11.0mm #17	0.2		No

ภาพที่ 31 ตัวอย่าง 11.0 mm. circular details คือ Low Contrast Resolution

จากภาพข้างต้นให้วิเคราะห์ Pattern 11 mm. ภายในหุ่นจำลอง TOR CDR โดยปกติจะมีทั้งหมด 17 วง แต่สายตา หรือโปรแกรม AutoPIA สามารถวิเคราะห์ได้ 10 วง ได้ค่า Low contrast detectability ที่ 1.5%

ขอบเขตการยอมรับ :

ต้องไม่น้อยกว่าครึ่งก่อนหน้าหรือการตรวจรับครั้งแรก

ความถี่ในการทดสอบ :

1. การทดสอบเพื่อการตรวจรับ
2. ทดสอบประจำทุก 6 เดือน

การดำเนินการแก้ไข :

หากเกินค่าความคลาดเคลื่อนที่กำหนด ก่อนอื่นให้ตรวจสอบการเปิดลำแสงและตำแหน่ง/การวางแนวของหุ่นจำลองและการติดตั้งการกรองรังสี จากนั้นจึงทำการทดสอบซ้ำ หากยังได้ค่าเหมือนเดิมอาจจะเป็นที่ตัวรับภาพที่เสื่อมสภาพ อาจทำให้คอนทราสต์ต่ำเสื่อมสภาพได้ ควรปรึกษากับเจ้าหน้าที่ที่ประเมินภาพจากระบบนี้เพื่อให้แน่ใจว่าการเปลี่ยนแปลงการมองเห็นจะไม่ส่งผลต่อการถ่ายภาพทางคลินิก การดำเนินการเพิ่มเติมอาจเกี่ยวข้องกับข้อจำกัดในการใช้งานหรือการระงับการให้บริการ ขึ้นอยู่กับระดับคุณภาพของภาพที่ผลิตโดยเครื่องเอกซเรย์

10. Accuracy of measured dimensions

คำอธิบายและวัตถุประสงค์ :

ภาพที่เกิดขึ้นบนตัวรับภาพเพื่อวัดระยะทางของวัตถุทดสอบ เพื่อให้แน่ใจว่าระยะทางที่วัดจากภาพด้วยซอฟต์แวร์สอดคล้องกับระยะทางจริง

เครื่องมือ/อุปกรณ์ :

1. แผ่นรับภาพ
2. เครื่องคอมพิวเตอร์พร้อมโปรแกรมสำหรับวิเคราะห์ภาพ
3. ตลับเมตร
4. เครื่องเอกซเรย์
5. วัตถุทดสอบ

วิธีทดสอบ :

1. วัดความแนวตรงของลำรังสีกับตัวรับภาพ (Beam Alignment) ต้องมีความเบี่ยงเบนไม่เกิน 3 องศา
2. วางวัตถุทดสอบบนตัวรับภาพโดยกำหนดระยะห่างของจุดโฟกัสไปยังตัวรับภาพประมาณ (SID) 100 เซนติเมตร เปิดลำรังสีให้ครอบคลุมขอบเขตพื้นที่ โดยให้ลำรังสีมีระยะห่างจากขอบของแผ่นรับภาพประมาณ 3 - 5 เซนติเมตร
3. ถ่ายภาพรังสีโดยตั้งค่าเทคนิคที่ 40 - 50 kVp และ 1 - 5 mAs (No Filter)

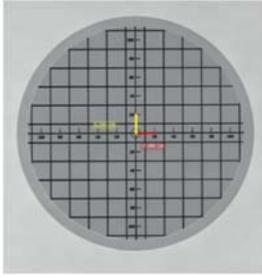
การวิเคราะห์ผล :

ตรวจสอบค่าที่วัดได้จากหน้าจอแสดงภาพกับค่าจริงของวัตถุทดสอบโดยคำนวณค่าความคลาดเคลื่อนจากสูตร

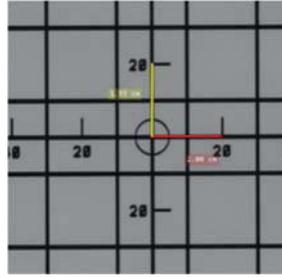
$$\text{Distance error} = \frac{(\text{ระยะที่วัดได้จากภาพ} - \text{ระยะจริงของแผ่นทดสอบ})}{\text{ระยะจริงของแผ่นทดสอบ}} \times 100\% \quad \text{----- (22)}$$

จากภาพที่ 32 (ก) จะได้

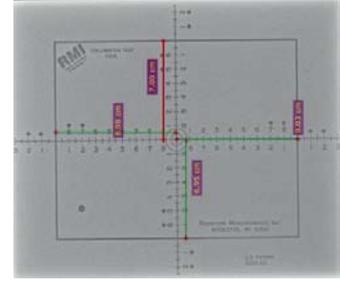
$$\text{Distance error} = \frac{(19.90 - 20.00)}{20.00} \times 100\% = -0.5\%$$



(ก)



(ข)



(ค)

ภาพที่ 32 ตัวอย่างการทดสอบความผิดพลาดของสเกล

ขอบเขตการยอมรับ :

โดยต้องได้ค่าความคลาดเคลื่อนไม่เกิน $\pm 1\%$

ความถี่ในการทดสอบ :

1. การทดสอบเพื่อการตรวจรับ
2. ทดสอบประจำปี

การดำเนินการแก้ไข :

ทำการทดสอบซ้ำและตรวจสอบให้แน่ใจว่าไม่บรรทัดในซอฟต์แวร์อยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้องบนภาพของวัตถุทดสอบ หากการตั้งค่าในซอฟต์แวร์ไม่ถูกต้องอาจทำให้เกิดข้อผิดพลาดในการวัด (เช่น ขนาดพิกเซลไม่สอดคล้องกับค่าจริง) ตรวจสอบการตั้งค่าที่ผู้ใช้รับได้หรือแจ้งผู้ผลิตเพื่อทำการแก้ไข

11. Blurring/line defects

วัตถุประสงค์ :

ทดสอบความบิดเบือนเฉพาะที่หรือความเบลอของเส้น

เครื่องมือ/อุปกรณ์ :

1. แผ่นรับภาพ
2. วัตถุทดสอบ (Phantom)
3. เครื่องคอมพิวเตอร์พร้อมโปรแกรมสำหรับวิเคราะห์ภาพ
4. เครื่องอ่านสัญญาณภาพ (CR Reader)
5. เครื่องเอกซเรย์

วิธีทดสอบ :

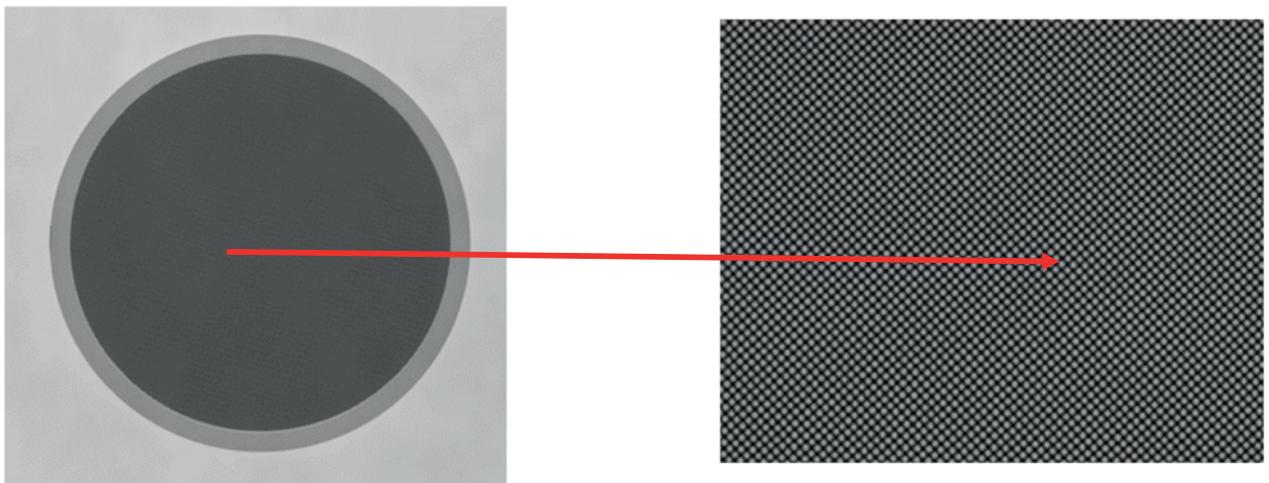
1. วาง วัตถุทดสอบ (Phantom) ที่แผ่นรับภาพ ถ่ายภาพรังสีโดยตั้งค่าเทคนิค ประมาณ 40 - 55 kVp และ 1 - 5 mAs (No Filter)

2. ถ่ายภาพซ้ำ โดยวางวัตถุทดสอบในตำแหน่งต่างๆ ให้ครอบคลุมทั้งแผ่นรับภาพ

การวิเคราะห์ผล :

ตรวจสอบความบิดเบือนหรือความเบลอของภาพที่สามารถมองเห็นได้

- ในบริเวณตำแหน่ง Blurring เช่น ภาพไม่คมชัด
- stitching artefacts เช่น ภาพขาดหายจากการชำรุดของพิกเซล
- line defects เช่น มีเส้นหนึ่งหรือสองเส้น



ภาพที่ 33 ตัวอย่างการทดสอบความเบลอ

ขอบเขตการยอมรับ :

ภาพที่ได้รับต้องไม่มีการบิดเบือน หรือเบลอ และไม่มีเส้นที่ซ้ำรอยอยู่ติดกัน

ความถี่ในการทดสอบ :

1. การทดสอบเพื่อการตรวจรับ
2. ทดสอบประจำทุกปี

12. Laser beam function

คำอธิบายและวัตถุประสงค์ :

ประเมินความถูกต้องในการทำงานของเส้นสแกนและความไม่ต่อเนื่องของภาพ (jitter)

เครื่องมือ/อุปกรณ์ :

1. แผ่นรับภาพ
2. เครื่องอ่านสัญญาณภาพ (CR Reader)
3. วัตถุทดสอบ (Grid test object)
4. ไม้บรรทัด (กรณีพิมพ์ภาพ)
5. เครื่องคอมพิวเตอร์พร้อมโปรแกรมสำหรับวิเคราะห์ภาพ
6. เครื่องเอกซเรย์

วิธีทดสอบ :

1. วางไม้บรรทัดเหล็กทำมุมเล็กน้อย เช่น 5 องศา กับแนว sub-scan หรือ laser-scan บนแผ่นรับภาพ
2. ตั้งค่าเทคนิคที่ 70 kVp (No Filter) ให้ได้ค่าปริมาณรังสี (DAK) ประมาณ 20 μ Gy แล้วทำการฉายรังสี
3. อ่านภาพโดยใช้เงื่อนไขที่เหมาะสมหากไม่เป็นไปตามเงื่อนไขข้างต้นให้อ้างอิงตามเงื่อนไขที่บริษัทผู้ผลิต

กำหนด

4. ขยายภาพเป็น 10 เท่า
5. ปรับ window width แคบๆ จนเห็นความแตกต่างระหว่างดำกับขาว เพื่อให้สามารถแยกความแตกต่างระหว่างขอบของภาพกับพื้นหลังได้
6. ตรวจสอบบริเวณขอบภาพเพื่อหาความไม่ต่อเนื่อง (jitter) ของลำแสงเลเซอร์ในภาพบริเวณขอบภาพควรต่อเนื่องโดยมีลักษณะ "ขั้นบันได" สม่่าเสมอตลอดความยาวของภาพ

การวิเคราะห์ผล/ขอบเขตการยอมรับ :

ตรวจสอบบริเวณขอบภาพเพื่อหาความไม่ต่อเนื่อง (jitter) ของลำแสงเลเซอร์ในภาพ บริเวณขอบภาพควรต่อเนื่องโดยมีลักษณะ "ขั้นบันได" สม่่าเสมอตลอดความยาวของภาพ Jitter (ขาว-ดำ ผิดปกติ) ไม่เกิน 1 pixel



(ก) การถ่ายภาพเอกซเรย์โดยใช้ไม้บรรทัด



(ข) ภาพเอกซเรย์ที่แสดงให้เห็นชั้นบันได

ภาพที่ 34 ตัวอย่างการทดสอบทดสอบการทำงานของลำแสงเลเซอร์

13. Möiré Patterns visible and anti-scatter grids

คำอธิบายและวัตถุประสงค์ :

ทดสอบสิ่งแปลกปลอมที่เกิดจากการใช้กริด

เครื่องมือ/อุปกรณ์ :

1. แผ่นรับภาพ
2. เครื่องอ่านสัญญาณภาพ (CR Reader)
3. เครื่องคอมพิวเตอร์พร้อมโปรแกรมสำหรับวิเคราะห์ภาพ
4. แผ่นกรองรังสี
5. เครื่องเอกซเรย์

วิธีทดสอบ :

1. วางแผ่นรับภาพใน Bucky โดยให้ Grid lines ตั้งฉากกับ Scan lines
2. ตั้งค่าเทคนิคที่ 70 kV โดยค่าปริมาณรังสีที่แผ่นรับภาพ (DAK) ประมาณ 10 μ Gy หรือใช้โหมด AEC

(No Filter)

3. ถ่ายภาพซ้ำโดยหมุนแผ่นรับภาพไปที่ตำแหน่ง 90 องศา
4. ทดสอบแผ่นรับภาพทุกขนาด และทุก Bucky

การวิเคราะห์ผล/ขอบเขตการยอมรับ :

อ่านภาพที่กำลังขยาย 1 เท่า และตรวจสอบภาพแปลกปลอมแบบ möiré ต้องไม่เห็นลายเส้นคลื่น (การดูภาพที่กำลังขยายน้อยกว่า 1 เท่า อาจทำให้เกิดภาพแปลกปลอมขึ้น)

- หมายเหตุ :
- ปกติ Grid lines จะตั้งฉากกับ Scan line
 - ส่วนใหญ่ möiré pattern เกิดเมื่อ grid line ขนานกับ scan line
 - กรณี moving grid จะต้องไม่เห็น möiré pattern ทั้งในแนวตั้งและขนาน

ภาคผนวก

ตารางที่ 13 ค่าดัชนีปริมาณรังสีของแผ่นรับภาพตามเงื่อนไขที่บริษัทผู้ผลิตกำหนด

บริษัทผู้ผลิต	ค่าดัชนีปริมาณรังสี (Detector Dose Indicator : DDI)	คำนิยาม
Agfa	Scan Average Level (SAL)	$SAL = 402 \sqrt{\frac{SK}{200}}$ โดยที่ S = speed class
FUJIFILM	Sensitivity value (S)	$S = 1740/K$
Kodak	Exposure Index (EI)	$EI = 1000 \log_{10}(K) + C$ โดยที่ C = 1060 for GP; C = 760 for HR
Konica	Sensitivity value (S-value)	$S = 1740/K$
SAMSUNG	Exposure Index (EI)	$EI = 100 * K$
IEC 62494 (2008)	-	$EI = 100 * K$
CARESTREAM	Exposure Index (EI)	$1000 * \log K (\mu Gy) / 5.69 + 2000$
DRTECH	Exposure Index (EI)	Image's

หมายเหตุ : K = Air Kerma มีหน่วยเป็น μGy

ตารางที่ 14 สรุปคุณสมบัติการถ่ายไอออนสัญญาณของผู้ผลิต (Summary of manufacturer Signal transfer properties ; STP)

บริษัท	นิยาม IPEM 32 at 70 kV 1 mm Cu	นิยาม AAPM 93	Condition
Agfa	$PV = 533 \ln(K) + 1650$	$PV = 2499 \log(SAL) - 4933$	75 kVp 1.5 mm Cu, no delay (AAPM)/ 2.5 min delay (IPEM)
Fuji	$PV = 138 \ln(K) + 152$	$PV = 1024/L \times (\log(E)) + \log(S/200) + 511$	80 kVp no filtration, 10 min delay
Kodak	$PV = 422 \ln(K) + 1180$	$PV = 1000 \log E + C_0$ $C_0 = 2000$ for GP Ips $C_0 = 1700$ for HP Ips	80 kVp 0.5 mm Cu, 1 mm Al 15min delay
Konica	$PV = -451 \ln(K) + 2840$	-	80 kVp no filtration 2 min delay

ตารางที่ 15 ตัวอย่างเงื่อนไขที่บริษัทผู้ผลิตกำหนด

ผลิตภัณฑ์	การกรองรังสี	ค่าความต่างศักย์ (kV)
Agfa	1.5 mm Cu	75
KODAK/CARESTREAM	0.5 mm Cu +1 mm Al	80
Konica	no Filtration	80
FUJIFILM	no Filtration	80
SAMSUNG	21 mm Al	70
CANON	26 mm Al	80
Siemens Medical Systems	0.6 mm Cu	70
Philips	21 mm Al	70
GE	การกรองรังสีตามมาตรฐานของเครื่อง โดยไม่ใช้กริด	80
Imaging Dynamics Company	1 mm Cu	80
Alara CR	21 mm Al	70
iCRco	1.5 mm Cu	80
IEC 62494 (2008)	0.5 mm Cu +2 mm Al	80

ตารางที่ 16 ค่าดัชนีปริมาณรังสีของแผ่นรับภาพตามเงื่อนไขที่บริษัทผู้ผลิตกำหนด

บริษัทผู้ผลิต	ค่าดัชนีปริมาณรังสี (Detector Dose Indicator : DDI)	คำนิยาม
Agfa	Scan Average Level (SAL)	$SAL = 402 \sqrt{\frac{SK}{200}}$ โดยที่ S = speed class
FUJIFILM	Sensitivity value (S)	$S = 1740/K$
Kodak	Exposure Index (EI)	$EI = 1000 \log_{10}(K) + C$ โดยที่ C = 1060 for GP; C = 760 for HR
Konica	Sensitivity value (S-value)	$S = 1740/K$
SAMSUNG	Exposure Index (EI)	$EI = 100 * K$
IEC 62494 (2008)	-	$EI = 100 * K$
CARESTREAM	Exposure Index (EI)	$1000 * \log K (\mu Gy) / 5.69 + 2000$
DRTECH	Exposure Index (EI)	Image's

หมายเหตุ : K = Air Kerma มีหน่วยเป็น μGy

ตารางที่ 17 เงื่อนไขการสอบเทียบค่าดัชนีปริมาณรังสีที่ตัวรับภาพ (DDI) ตามเงื่อนไขที่บริษัทผู้ผลิตกำหนด (IPEM 32 Part7)

	Agfa	FUJIFILM	Kodak	Konica
ค่าความต่างศักย์ และการกรองรังสี (Energy Spectrum)	75 kVp/1.5 mm	80 kVp (no Filtration)	80 kVp/0.5 mm Cu + 1 mm Al (filtration)	80 kVp/(noFiltration)
กระบวนการสร้างภาพถ่ายทางรังสี (Processing)	2.5 min delay/ S=200/Exam type 'System Diagnosis'/ Processing 'Flat Field'/Linear sensitometry	10 minute delay/ Readout mode 'Semi-Auto'/ L = 1	5 minute delay/ 'Pattern' mode	2 minute delay/ 'Test 1'/G=2/F off
DAK _{DDI} (μGy)	$DAK_{DDI} = \left(\frac{SAL}{402}\right)^2$	$DAK_{DDI} = \left(\frac{1740}{S}\right)$	DAK _{DDI} = 10 ⁿ เมื่อ $n = \frac{EI-C}{1000}$ C = 1060 for GP; C = 760 for HR	$DAK_{DDI} = \left(\frac{1740}{S}\right)$

ตารางที่ 18 ข้อมูลเฉพาะของผู้ผลิต

ผู้ผลิต	Agfa	Fuji	Kodak	Konica
DDI calibration/consistency : Energy spectrum	75 kVp/ 1.5 mm Cu	80 kVp/ no filtration	80 kVp/0.5 mm Cu + 1 mm Al filtration	80 kVp/ no filtration
DDI calibration/consistency : Processing	2.5 min delay/ s=200/ Exam type 'System Diagnosis'/processing 'Flat Field'/Linear sensitometry	10 min delay/ Readout mode 'Semi-Auto' / L=1 or 2	5 min delay/ 'Pattern' body part	2 min delay/ 'Test1' / G=2/F off
Uniformity/STP : Processing	s=200/Exam type 'System Diagnosis'/processing 'Flat Field'	'Linearity'/S200/L=2	'Pattern' mode	Readout mode 'Fix'
Uniformity/STP : Analysis	SAL (draw ROI covering > 10000 pixel in center of image) or pixel value	pixel value	pixel value	QC S-value, E&F processing tuned off (will give different S value to Test 1)
STP : Relationship	Square root for SAL, logarithmic for raw pixel values	logarithmic	logarithmic	logarithmic
Dark noise : Processing	S=800/Exam type 'System Diagnosis'/Processing 'Flat Field'	Readout mode 'Fixed' / S=10000/L=1 'Dark noise'	'Pattern' mode	Readout mode 'Fix'

ตารางที่ 19 ข้อมูลเฉพาะของผู้ผลิต (ต่อ)

ผู้ผลิต	Agfa	Fuji	Kodak	Konica
Erase cycle efficiency : Processing	S=200/Exam type 'System Diagnosis'/Processing 'Flat Field'	Readout mode 'Semi-Auto'/ L=1 or 2	'Pattern' mode	Readout mode 'Simi Fix'/G=1
Threshold contrast detail detectability : Processing	S=200/Exam type 'System Diagnosis'/Processing 'Flat Field'	Readout mode 'Semi-Auto/test /sensitivity GA=1	'Pattern' mode with raw data and no edge enhancement	QC S-value, E&F processing turned off
Limiting spatial resolution : Processing	S=100/Exam type 'System Diagnosis'/Processing 'Flat Field'	Readout mode 'Fixed'/ S=200/L=2	'Pattern' mode with raw data and no edge enhancement	QC S-value, E&F processing turned off

ตารางที่ 20 สรุปค่าดัชนีปริมาณรังสีที่ตัวรับภาพของผู้ผลิต (Summary of manufacturer Exposure Indices)

บริษัทผู้ผลิต	ตัวบ่งชี้	เครื่องหมาย	หน่วย	สูตรคำนวณหา DDI	เงื่อนไขการสอบเทียบ
Fujifilm	S Value	S	Unitless	$200/S \alpha X$ (mR)	80 kVp, 3 mm Al "total Filtration" S=200 @ 1 mR
Kodak	Exposure Index	EI	mbels	$EI+300 = 2X$	80 kVp + 1.0 mm Al + 0.5 mm Cu EI=2000 @ 1 mR
Agfa	Log of Median of histogram	lgM	Bles	$lgM + 0.3 = 2X$	For 400 Speed Class, 75 kVp + 1.5 mm cu lgm=1.96 at 2.5 μ Gy
Konica	Sensitivity Number	S	Unitless	For QR=k, $200/S \alpha X$ (mR)	For QR= 200, 80 kVp S=200 @ 1 mR
Canon	Reached Exposure Value	REX	Unitless	Brightness = C_1 , Contrast= C_2 , $REX \alpha X^1$	For Brightness = 16, Contrast =10, REX ≈ 106 @ 1mR

ตารางที่ 21 สรุปค่าดัชนีปริมาณรังสีที่ตัวรับภาพของผู้ผลิต (Summary of manufacturer Exposure Indices) (ต่อ)

บริษัทผู้ผลิต	ตัวบ่งชี้	เครื่องหมาย	หน่วย	สูตรคำนวณหา DDI	เงื่อนไขการสอบเทียบ
Canon	EXP	EXP	Unitless	$EXP \alpha X$	80 kVp, 26 mm Al HVL=8.2 mm Al DFE I= 1.5 EXP = 2000@ 1 mR
GE	Uncompensated Detector Exposure	UExp	μGy Air Kerma	$UExp \alpha X$ (μGy)	80 kVp, Standard filtration no grid
GE	Compensated Detector Exposure	CExp	μGy Air Kerma	$CExp \alpha X$ (μGy)	
GE	Detector Exposure Index	DEI	Unitless	$DEI \approx 2.4X$ (mR)	Not available

ตารางที่ 22 สรุปค่าดัชนีปริมาณรังสีที่ตัวรับภาพของผู้ผลิต (Summary of manufacturer Exposure Indices)

Manufacturer	Indicator Name	Symbol	Units	Exposure Dependence	Calibration Conditions
Swissray	Dose Indicator	DI	Unitless	Not available	Not available
Imaging Dynamics Company	Accutech	F#	Unitless	$2^{f\#} = X(\text{mR})/X_{\text{tgt}}(\text{mR})$	80 kVp + 1 mm Cu
Philips	Exposure Index	EI	Unitless	$100/S \alpha X$ (mR)	RQA5, 70 kv+ 21 mm Al, HVL = 7.1 mm Al
Siemens Medical Systems	Exposure Index	EXI	μGy Air Kerma	$X(\mu\text{Gy}) = EI/100$	RQA5, 70 kv+ 0.6 mm Cu, HVL = 6.8 mm Al
Alara CR	Exposure Indicator Value	EIV	mbels	$EIV+300 = 2X$	1 mR at RQA5, 70 kVp,+21 mm Al, HVL=7.1 mm Al => EIV=2000
iCRco	Exposure Index	none	Unitless	Exposure Index $\alpha \log$ (X(mR))	1 mR at 80 kVp + 1.5 mm Cu = 0

ตารางที่ 23 สรุปคุณสมบัติการถ่ายโอนสัญญาณของผู้ผลิต (Summary of manufacturer Signal transfer properties ; STP)

บริษัท	นิยาม IPEM 32 at 70 kV 1 mm Cu	นิยาม AAPM 93	Condition
Agfa	$PV = 533 \ln(K) + 1650$	$PV = 2499 \log(SAL) - 4933$	75 kVp 1.5 mm Cu, no delay (AAPM)/ 2.5 min delay (IPEM)
Fuji	$PV = 138 \ln(K) + 152$	$PV = 1024/L \times (\log(E)) + \log(S/200) + 511$	80 kVp no filtration, 10 min delay
Kodak	$PV = 422 \ln(K) + 1180$	$PV = 1000 \log E + C_0$ $C_0 = 2000$ for GP Ips $C_0 = 1700$ for HP Ips	80 kVp 0.5 mm Cu, 1 mm Al 15min delay
Konica	$PV = -451 \ln(K) + 2840$	-	80 kVp no filtration 2 min delay

นิยามศัพท์

1. เครื่องเอกซเรย์หรือเครื่องกำเนิดรังสี คือ เครื่องหรืออุปกรณ์ที่ก่อให้เกิดการปลดปล่อยรังสีออกมาเมื่อมีการให้พลังงานไฟฟ้าหรือพลังงานรูปแบบอื่นเข้าไป
2. Dark Noise สัญญาณรบกวนมืด คือ สัญญาณรบกวนที่เกิดขึ้นขณะแปลงรังสีเอกซ์เป็นสัญญาณทางอิเล็กทรอนิกส์เพื่อสร้างภาพทางรังสี
3. Detector Dose Indicator (DDI) หรือ Exposure Index (EI) คือ ค่าดัชนีปริมาณรังสีที่ตัวรับภาพ เป็นค่าที่ระบุปริมาณรังสีที่ตกกระทบบนแผ่นรับภาพโดยจะแสดงบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ระบบสร้างภาพทางรังสี
4. Signal Transfer Properties (STP) คือ คุณสมบัติการส่งผ่านสัญญาณปริมาณรังสีที่ตกกระทบบนแผ่นรับภาพนั้น แปรผันโดยตรงกับรังสีเอกซ์เพื่อแปลงเป็นสัญญาณทางอิเล็กทรอนิกส์นำไปสร้างภาพทางรังสี
5. Threshold Contrast Detectability / Low Contrast Resolution คือ ความสามารถตรวจสอบคอนทราสต์ต่ำของแผ่นรับภาพในการแยกการมองเห็น ความขาว-ดำ ในภาพทางรังสีที่ระดับต่าง ๆ
6. Limiting High Contrast Spatial Resolution คือ กำลังแยกพื้นที่ของคอนทราสต์สูงความสามารถของแผ่นรับภาพในการแยกรายละเอียด ของวัตถุสองชิ้นออกจากกันได้ เป็นการประเมินเชิงคุณภาพ
7. Image Blurring คือ การทดสอบความเบลอของภาพมีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบตำแหน่งของแผ่นรับภาพที่อาจจะทำให้ภาพมีความเบลอเกิดขึ้นบนภาพทางรังสี
8. Detector Air Kerma (DAK) คือ ค่าปริมาณรังสีที่แผ่นรับภาพ
9. Pixel value (PV) คือ จุดภาพที่เป็นส่วนประกอบที่มีขนาดเล็กที่สุดของภาพดิจิทัล
10. Standard Deviation (SD) คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
11. Region Of Interest (ROI) คือ บริเวณที่สนใจ อาจจะเป็นบริเวณใดภายในภาพก็ได้โดยการตีกรอบล้อมรอบบริเวณที่สนใจด้วยวงกลม กรอบสี่เหลี่ยม หรือกรอบรูปเหลี่ยมใดๆ เพื่อนำภาพเฉพาะส่วนดังกล่าวมาประมวลผล
12. Correlation coefficient (CC) คือ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่บ่งชี้ถึงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร 2 ตัว
13. Coefficient of Variation (CoV) คือ ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรผัน
14. Kilovoltage Peak (kVp) คือ ค่าความต่างศักย์หลอดค่าในการทะลุทะลวงของวัตถุ
15. Milliampere (mA) คือ ค่ากระแสไฟฟ้าเป็นหน่วยวัดกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวนำไฟฟ้าและเป็นหน่วยวัดอัตราการไหลของอิเล็กตรอนในระบบหน่วยสากล (หน่วย SI)
16. mAs คือ ค่ากระแสไฟฟ้าคูณกับเวลา
17. Dark Image คือ การถ่ายภาพมืด
18. lag คือ ความคงค่าของภาพ
19. Imaging Plate (IP) คือ แผ่นรับภาพ
20. Baseline คือ ค่าพื้นฐานหรือค่าหรือเงื่อนไขที่ใช้เปรียบเทียบการวัดผลในอนาคตทั้งหมด
21. Signal-to-Noise Ratio (SNR) คือ อัตราส่วนสัญญาณต่อสัญญาณรบกวน ที่ถูกกำหนดให้เป็นความสัมพันธ์ระหว่าง สัญญาณ และสัญญาณรบกวน ที่เกิดขึ้นภายในพิกเซล
22. Contrast-to-Noise Ratio (CNR) คือ อัตราส่วนความคมชัดของภาพต่อสัญญาณรบกวนของภาพ

23. Noise Uniformity (NU) คือ ความสม่ำเสมอและสัญญาณรบกวน
24. Computer Radiography (CR) คือ เครื่องเอกซเรย์แบบระบบถ่ายภาพรังสีคอมพิวเตอร์
26. Digital Radiography (DR) คือ เครื่องเอกซเรย์ระบบถ่ายภาพดิจิทัล
27. Qualitative Analysis: QA คือ การประเมินเชิงคุณภาพ
28. Picture Archiving and Communication System (PACS) คือ ระบบที่ใช้ในการจัดเก็บรูปภาพทางการแพทย์ (Medical Images) และรับ-ส่งข้อมูลภาพ ในรูปแบบ Digital
29. Source to Image receptor Distance (SID) คือ ระยะห่างจากแหล่งกำเนิดรังสีถึงตัวรับภาพ
30. Aluminum (Al) คือ อะลูมิเนียม
31. Copper (Cu) คือ ทองแดง
32. Half-Value Layer (HVL) คือ ค่าความหนาของโลหะหรือวัสดุที่นำมากำบังลำรังสีเอ็กซ์แล้วทำให้ความเข้มรังสีลดลงเหลือครึ่งเดียวจากเดิม
33. Phantom คือ หุ่นจำลอง
34. Background คือ พื้นหลัง
35. Noise คือ เสียงรบกวน
36. Uniformity คือ คุณภาพหรือสถานะของความสม่ำเสมอ
37. Ionization Chamber (IC) คือ เป็นเครื่องตรวจวัดปริมาณรังสี สามารถวัดรังสีแกมมา เบต้า และรังสีเอ็กซ์
38. Solid State คือ ปริมาณรังสีหัววัดรังสีชนิดตัวกลางที่เป็นของแข็ง
39. Pre-Processing คือ กระบวนการก่อนการประมวลผลภาพ
40. Repeatability คือ ความสามารถในการทวนซ้ำของเครื่องมือวัด ซึ่งแสดงถึงระดับความถูกต้องใกล้เคียงกันของผลการวัดที่ได้จากการวัดหลายๆ ครั้งในช่วงเวลาใกล้เคียงกัน
41. μGy คือ หน่วยไมโครเกรย์ซึ่งได้มาจากการถ่ายภาพด้วยลำรังสี
42. Image retention คือ สัญญาณภาพคงค้าง
43. Filter คือ แผ่นกรองรังสี
44. Window Width คือ ความกว้างของค่า เลขซีที ที่ เรียงจากค่าน้อยไปหาค่า มากที่แสดงบนจอภาพในลักษณะของเกรย์สเกลจากดำไปขาว
45. Window Level คือ เป็นค่าที่ใช้ระบุค่าสีเทาของภาพ ว่าต้องการให้มีการแสดงผลที่ระดับความเข้มใดเป็นหลัก
46. lp/mm คือ ลายละเอียดที่มีหน่วยเป็นลายแพร์เปอร์มิลลิเมตร
47. Scaling Errors คือ ความผิดพลาดของสเกล
48. Distance Error คือ ระยะห่างระหว่างเส้นที่ผ่านสองจุดนั้นเนื่องจากความยาวของแถบวัดระยะจริงคลาดเคลื่อนจากตัวเลขระยะทางบนแถบวัดระยะที่อ่านได้
49. Line Defects คือ ความไม่สมบูรณ์แบบเส้น
50. Stitching Artefacts คือ รอยสิ่งแปลกปลอม

51. \bar{X} คือ ค่าเฉลี่ย
52. Laser Beam Function คือ การทำงานของลำแสงเลเซอร์
53. Linearity คือ การตรวจสอบค่าความสัมพันธ์ของปริมาณรังสีกับค่ากระแสหลอดเอกซเรย์ว่าเป็นสัดส่วนโดยตรงกันหรือไม่
54. Möiré Patterns visible and anti-scatter grids คือ รูปแบบ möiré และกริดป้องกันการกระเจิง

เอกสารอ้างอิง

1. AAPM TG10 Acceptance Testing and Quality Control of Photostimulable Storage Phosphor Imaging Systems (2004)
2. AAPM TG18 Assessment of Display Performance for Medical Imaging System (2019)
3. Institute of Physics and Engineering in Medicine, IPEM Report No.32 Part VII, Measurement of the Performance Characteristics of Diagnostic X-Ray Systems: Digital Imaging Systems.
4. Institute of Physics and Engineering in Medicine, IPEM Report No.91, Recommended Standards for the Routine Performance Testing of Diagnostic X-ray Imaging Systems
5. COPYRIGHT © IEC. NOT FOR COMMERCIAL USE OR REPRODUCTION IEC 62220-1-1 Edition 1.0 2015-03
6. 2024 by The Report of American Association of Physicists in Medicine Task Group 150 July 2024



คำสั่งกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์
ที่ ๒๘๖๖ /๒๕๖๖

เรื่อง แต่งตั้งคณะกรรมการจัดทำคู่มือการควบคุมคุณภาพเครื่องสร้างภาพทางรังสีระบบดิจิทัล พ.ศ. ๒๕๖๖

ตามคำสั่งกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ ที่ ๑๙๕๘/๒๕๖๖ ลงวันที่ ๒๓ มิถุนายน ๒๕๖๖ ได้แต่งตั้งคณะกรรมการจัดทำคู่มือการควบคุมคุณภาพเครื่องสร้างภาพทางรังสีระบบดิจิทัล พ.ศ. ๒๕๖๖ นั้น

เนื่องจากมีการเปลี่ยนแปลงเจ้าหน้าที่ที่ร่วมเป็นคณะกรรมการ ดังนั้น เพื่อให้การจัดทำคู่มือการควบคุมคุณภาพเครื่องสร้างภาพทางรังสีระบบดิจิทัล พ.ศ. ๒๕๖๖ เป็นไปด้วยความเรียบร้อย ต่อเนื่อง บรรลุตามวัตถุประสงค์ และมีประสิทธิภาพ

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๓๒ แห่งพระราชบัญญัติระเบียบบริหารราชการแผ่นดิน พ.ศ. ๒๕๓๔ ซึ่งแก้ไขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติระเบียบบริหารราชการแผ่นดิน (ฉบับที่ ๕) พ.ศ. ๒๕๔๕ อธิบดีกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์จึงแต่งตั้งคณะกรรมการจัดทำคู่มือการควบคุมคุณภาพเครื่องสร้างภาพทางรังสีระบบดิจิทัล พ.ศ. ๒๕๖๖ โดยมีองค์ประกอบ หน้าที่และอำนาจ ดังนี้

๑. องค์ประกอบ

- | | |
|--|------------------|
| ๑.๑ นายปิยะ สิริลักษณ์ | ที่ปรึกษา |
| รองอธิบดีกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ | |
| ๑.๒ ผู้อำนวยการสำนักรังสีและเครื่องมือแพทย์ | ประธานคณะกรรมการ |
| ๑.๓ นางอนงค์ สิงkawงไชย | คณะกรรมการ |
| ผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านรังสีและเครื่องมือแพทย์
สำนักรังสีและเครื่องมือแพทย์ | |
| ๑.๔ รองศาสตราจารย์บรรจง เชื้อนแก้ว | คณะกรรมการ |
| อาจารย์ภาควิชารังสีเทคนิคและฟิสิกส์ทางการแพทย์
คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น | |
| ๑.๕ นายพิชาญ แก้วพุกัม | คณะกรรมการ |
| อาจารย์สาขาวิชารังสีเทคนิค
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง | |
| ๑.๖ ผู้ช่วยศาสตราจารย์อินยวีร์ เพ็งแป้น | คณะกรรมการ |
| อาจารย์ภาควิชารังสีเทคนิค
คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร | |
| ๑.๗ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ปณัสดา อวิคุณประเสริฐ | คณะกรรมการ |
| อาจารย์ภาควิชารังสีเทคนิค
คณะแพทยศาสตร์วชิรพยาบาล มหาวิทยาลัยนวมินทราธิราช | |

๑.๘ นายกฤษณพันธ์...

- ๑.๘ นายกฤษณพันธ์ นิธิจินตนาภ
อาจารย์ภาควิชารังสีเทคนิค
คณะแพทยศาสตร์วชิรพยาบาล มหาวิทยาลัยนวมินทราธิราช คณะทำงาน
- ๑.๙ นายเฉลิมโชค วัฒนธรรม
นักรังสีการแพทย์ชำนาญการ
โรงพยาบาลบ้านหมี่ คณะทำงาน
- ๑.๑๐ นายรุ่งโรจน์ จันทร์สูง
นักฟิสิกส์รังสีชำนาญการ
ศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ที่ ๑ เชียงใหม่ คณะทำงาน
- ๑.๑๑ นางสาวธีรดา บุชบก
นักฟิสิกส์รังสีปฏิบัติการ
ศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ที่ ๑/๑ เชียงราย คณะทำงาน
- ๑.๑๒ นางณัฐิกา จิตรพินิจ
นักฟิสิกส์รังสีชำนาญการ
ศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ที่ ๒ พิษณุโลก คณะทำงาน
- ๑.๑๓ นางสาวกฤติยาณี วงษ์อุบลี
นักฟิสิกส์รังสีปฏิบัติการ
ศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ที่ ๒ พิษณุโลก คณะทำงาน
- ๑.๑๔ นายชาคริต หน่อศิริ
นักฟิสิกส์รังสีชำนาญการ
ศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ที่ ๓ นครสวรรค์ คณะทำงาน
- ๑.๑๕ นางสาวณฐารินทร์ ดุ๊กสุกแก้ว
นักฟิสิกส์รังสีปฏิบัติการ
ศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ที่ ๔ สระบุรี คณะทำงาน
- ๑.๑๖ นายเสด็จ จันทสิงห์
นักฟิสิกส์รังสีชำนาญการ
ศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ที่ ๕ สมุทรสงคราม คณะทำงาน
- ๑.๑๗ นางสาวธัญจิรา พวงทอง
นักวิทยาศาสตร์การแพทย์ปฏิบัติการ
ศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ที่ ๖ ชลบุรี คณะทำงาน
- ๑.๑๘ นายธีรวัฒน์ สุภาวัฒนพันธ์
นักฟิสิกส์รังสีชำนาญการพิเศษ
ศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ที่ ๗ ขอนแก่น คณะทำงาน
- ๑.๑๙ นางสาวรุ่งทิพย์ พุดบุรี
นักวิทยาศาสตร์การแพทย์ปฏิบัติการ
ศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ที่ ๘ อุตรดิตถ์ คณะทำงาน

- | | |
|--|---------------------------------|
| ๑.๒๐ นางอุมาวดี อัฐมาค
นักฟิสิกส์รังสีปฏิบัติการ
ศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ที่ ๙ นครราชสีมา | คณะทำงาน |
| ๑.๒๑ นายพีรพงษ์ แสงประดับ
นักฟิสิกส์รังสีชำนาญการ
ศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ที่ ๑๐ อุบลราชธานี | คณะทำงาน |
| ๑.๒๒ นายอานนท์ ศรีสุข
นักฟิสิกส์รังสีชำนาญการ
ศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ที่ ๑๑ สุราษฎร์ธานี | คณะทำงาน |
| ๑.๒๓ นายทรงธรรม ทุมดี
นักฟิสิกส์รังสีปฏิบัติการ
ศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ที่ ๑๑/๑ ภูเก็ต | คณะทำงาน |
| ๑.๒๔ นางสาวชนิกานต์ ต้องมิตร
นักฟิสิกส์รังสีปฏิบัติการ
ศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ที่ ๑๒ สงขลา | คณะทำงาน |
| ๑.๒๕ นางสาวสุชาวลี เชื้อมหาวัน
นักฟิสิกส์รังสีชำนาญการ
ศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ที่ ๑๒/๑ ตรัง | คณะทำงาน |
| ๑.๒๖ นายรณยุทธ ไพศาล
นักฟิสิกส์รังสีปฏิบัติการ
สำนักรังสีและเครื่องมือแพทย์ | คณะทำงาน |
| ๑.๒๗ นายศุภวัฒน์ หัพสุริย์
นักฟิสิกส์รังสีปฏิบัติการ
สำนักรังสีและเครื่องมือแพทย์ | คณะทำงาน |
| ๑.๒๘ นางสาวนรารัตน์ นาเชียงใต้
นักฟิสิกส์รังสีปฏิบัติการ
สำนักรังสีและเครื่องมือแพทย์ | คณะทำงาน |
| ๑.๒๙ นายยุทธพร เลี่ยมแก้ว
นักวิทยาศาสตร์การแพทย์ปฏิบัติการ
สำนักรังสีและเครื่องมือแพทย์ | คณะทำงาน |
| ๑.๓๐ นายสุรชัย คัญด้วง
นักฟิสิกส์รังสีชำนาญการพิเศษ
สำนักรังสีและเครื่องมือแพทย์ | คณะทำงาน
และเลขานุการ |
| ๑.๓๑ นายพิราม พานทอง
นักฟิสิกส์รังสีปฏิบัติการ
สำนักรังสีและเครื่องมือแพทย์ | คณะทำงาน
และผู้ช่วยเลขานุการ |

- | | |
|--|-----------------------------------|
| ๑.๓๒ นายกิตตินันท์ แซ่ลิ้ม
นักวิทยาศาสตร์การแพทย์ปฏิบัติการ
สำนักรังสีและเครื่องมือแพทย์ | คณะกรรมการ
และผู้ช่วยเลขานุการ |
| ๑.๓๓ นางสาวพงษ์ลดา บุญเกิด
นักวิทยาศาสตร์การแพทย์ปฏิบัติการ
สำนักรังสีและเครื่องมือแพทย์ | คณะกรรมการ
และผู้ช่วยเลขานุการ |
| ๑.๓๔ นางสาวสุทธิลักษณ์ อัครานูวัตร
นักฟิสิกส์รังสี
สำนักรังสีและเครื่องมือแพทย์ | คณะกรรมการ
และผู้ช่วยเลขานุการ |
| ๑.๓๕ นางสาวปวีณา หาญบุญศรี
นักฟิสิกส์รังสี
สำนักรังสีและเครื่องมือแพทย์ | คณะกรรมการ
และผู้ช่วยเลขานุการ |
| ๑.๓๖ นางสาวมนต์นภา คงจริง
นักฟิสิกส์รังสี
สำนักรังสีและเครื่องมือแพทย์ | คณะกรรมการ
และผู้ช่วยเลขานุการ |
| ๑.๓๗ ว่าที่ร้อยตรีหญิง นวพรรณ นวลอินทร์
นักฟิสิกส์รังสี
สำนักรังสีและเครื่องมือแพทย์ | คณะกรรมการ
และผู้ช่วยเลขานุการ |

๒. หน้าที่และอำนาจ

๒.๑. จัดทำคู่มือการควบคุมคุณภาพเครื่องสร้างภาพทางรังสีระบบดิจิทัล พ.ศ. ๒๕๖๖ สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางพัฒนาและตรวจประเมินเพื่อส่งเสริมระบบคุณภาพเครื่องสร้างภาพทางรังสีระบบดิจิทัล ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

๒.๒. นำเสนอข้อมูลประเด็นที่เกี่ยวข้องกับระบบคุณภาพเครื่องสร้างภาพทางรังสีระบบดิจิทัล รวมทั้งแนวทางการดำเนินงานเพื่อเป็นข้อมูลนำเข้าในการจัดทำคู่มือระบบคุณภาพเครื่องสร้างภาพทางรังสีระบบดิจิทัล พ.ศ. ๒๕๖๖

๒.๓. พิจารณาแนวทางการจัดทำคู่มือการควบคุมคุณภาพเครื่องสร้างภาพทางรังสีระบบดิจิทัล และนำเสนอวิธีการการควบคุมคุณภาพเครื่องสร้างภาพทางรังสีระบบดิจิทัล

๒.๔. ปฏิบัติงานอื่น ๆ ตามที่ได้รับมอบหมาย

๓. ให้ยกเลิกคำสั่งกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ ที่ ๑๔๕๘/๒๕๖๖ ลงวันที่ ๒๓ มิถุนายน ๒๕๖๖ เรื่อง แต่งตั้งคณะกรรมการจัดทำคู่มือการควบคุมคุณภาพเครื่องสร้างภาพทางรังสีระบบดิจิทัล พ.ศ. ๒๕๖๖

ทั้งนี้ ตั้งแต่บัดนี้เป็นต้นไป

สั่ง ณ วันที่ ๑๘ กันยายน พ.ศ. ๒๕๖๖



(นายศุภกิจ ศิริลักษณ์)

อธิบดีกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์



กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์
DEPARTMENT OF MEDICAL SCIENCES