การตรวจสอบคุณภาพเครื่องเอกซเรย์ฟัน

นางสาวเกศรินทร์ สายตา

กองตรวจสอบทางนิวเคลียร์และรังสี

สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

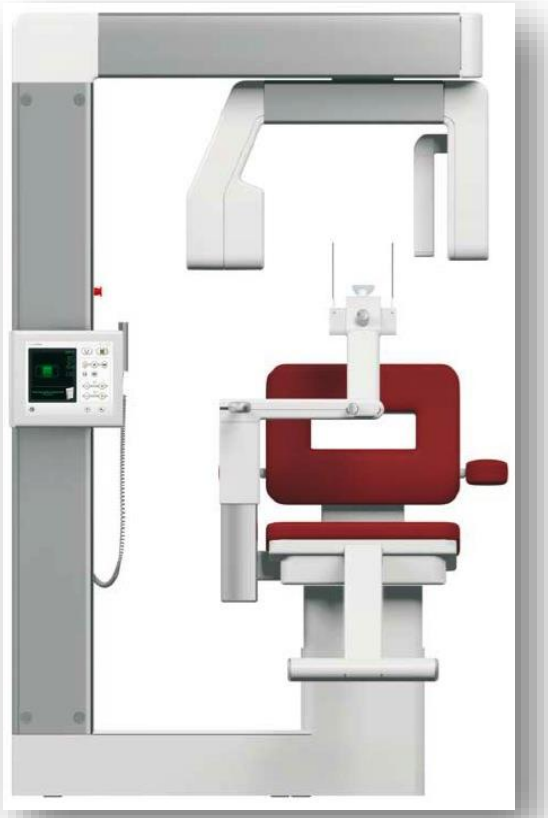
ขอบเขตการบรรยาย

- วัตถุประสงค์ของการตรวจสอบคุณภาพเครื่องเอกซเรย์ฟัน
- หลักการถ่ายภาพด้วยรังสีเพื่อวินิจฉัยโรคฟัน
- รายการที่ต้องตรวจสอบ
- มาตรฐาน และวิธีการตรวจสอบคุณภาพเครื่อง
- สรุป

เพื่อการวินิจฉัยโรคฟัน

Intra Oral Dental Radiography (IDR)
ถ่ายภาพภายในช่องปาก

เพื่อการวินิจฉัยโรคฟัน



Panoramic Dental Radiography

ถ่ายภาพแบบทั้งปากและแบบด้านข้างศีรษะ

Dental Computed Tomography

ถ่ายภาพ สามมิติ

เครื่องเอกซเรย์ฟัน

- เป็นการถ่ายภาพทางรังสีเพื่อการวินิจฉัยโรคฟัน วางแผนการรักษาตลอดจนการติดตามผลการรักษา ภาพเอกซเรย์ฟันจึงมักใช้ประกอบการรักษาทางทันตกรรมต่างๆ

วัตถุประสงค์ของการตรวจสอบตรวจสอบคุณภาพเครื่องเอกซเรย์ฟัน

- เพื่อให้เกิดความปลอดภัยแก่ผู้ปฏิบัติงานรังสีและประชาชนผู้มารับบริการ
- เพื่อการขอรับใบอนุญาตมีไว้ในครอบครองหรือใช้เครื่องกำเนิดรังสี
- เพื่อให้เครื่องมีคุณภาพ เป็นไปตาม QC program

หลักการถ่ายภาพด้วยรังสี

ขบวนการสร้างภาพ

ลำรังสี

ตั้งค่าเทคนิคการถ่ายภาพ

- **Time**
- หรือซี่ฟัน

รายการตรวจสอบ

1. ค่าความต่างศักย์หลอด (หรือค่ากิโลโวลต์, kV)
   1.1 ความทำซ้ำ (Reproducibility)
   1.2 ความแม่น (Accuracy)

2. ค่าเวลาในการฉายรังสี (Exposure Timer)
   2.1 ความทำซ้ำ (Reproducibility)
   2.2 ความแม่น (Accuracy)

3. การกรองรังสีเอกซ์ (HVL)

4. ปริมาณรังสี (Radiation Output)
   4.1 ความทำซ้ำ (Reproducibility)

รายการทดสอบ (ต่อ)

5. เครื่องจำกัดลำรังสี (Beam Limiting Device)
   5.1 เครื่องจำกัดลำรังสี
   5.2 ระยะจากจุดโฟกัสถึงปลายเครื่องจำกัดลำรังสี
   5.3 เส้นผ่าศูนย์กลาง

6. รังสีรั่วรอบหลอดเอกซเรย์ (Leakage Radiation)

ค่ามาตรฐาน และวิธีการตรวจสอบคุณภาพ

1. ค่าความต่างศักย์หลอด (หรือค่ากิโลโวลต์, kV)

1.1 ความทำซ้ำ (Reproducibility)

เพื่อทดสอบความต่างศักย์หลอด ว่ามีการเปลี่ยนแปลงไปหรือไม่ เมื่อฉายรังสีซ้ำที่ตัวแปรเทคนิคค่าเดิม

<u>การตั้งค่าเครื่องเอกซเรย์</u> ตั้งค่าเทคนิคการฉายรังสี โดยใช้ kV สูงสุดโดยส่วนใหญ่ kV ไม่สามรถปรับได้ ตั้งค่า mA และ time คงที่

<u>วิธีการ</u>

- ฉายรังสีลงบนหัววัด ตามคู่มือการใช้งาน
- ฉายรังสี อย่างน้อย 5 ครั้ง บันทึกค่า kV ที่อ่านได้จากเครื่องวัด

ความทำซ้ำ (ต่อ)

<u>การวิเคราะห์</u> นำค่าที่วัดได้มาคำนวณหาค่าความผิดพลาดตามสมการ ค่าร้อยละสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (Coefficient of Variation)

$$\% \ CV = \frac{SD}{\overline{X}} \times 100$$

เมื่อ SD คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

$$SD = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

$\bar{x}$ คือ ค่าเฉลี่ยของค่า kV ที่ได้จากการวัด

Xi คือ ค่า kV ที่วัดได้ครั้งที่ i

ค่ามาตรฐาน

Reproducibility $\leq$ 5%

ตัวอย่างการคำนวณ kV Reproducibility

kVp Reproducibility: SETTING …..70 …. kVp ….10….. mA ….1.0 …… sec

NO.OF EXP.	1	2	3	4	5	6	CV(%)
MEASURED	69.82	70.43	69.47	69.58	70.11	69.50	0.55

เมื่อได้ข้อมูลการตรวจสอบมาแล้ว นำค่าที่ได้มาคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (Coefficient of Variance) ตามสมการ

$$C.V.(\%) = SD / X_{avg} \times 100$$

โดยที่ SD คือ ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูล

$$SD = [\sum_{i=1}^{n} (X_i - X_{avg})^2 / N\text{-}1]^{1/2}$$

$$X_{avg} = [X_1 + X_2 + X_3 + \ldots + X_i] / N$$

$$X_{avg} = [\, 69.82 + 70.43 + 69.47 + 69.58 + 70.11 + 69.50 \,] / 6$$

$$= 69.82$$

$$SD = 0.384$$

$$C.V. = (0.35/69.82) \times 100$$

$$= 0.55\ \%$$

1. ค่าความต่างศักย์หลอด (ต่อ)

- 1.2 ความแม่น (Accuracy)

เพื่อทดสอบความแตกต่างของค่าความต่างศักย์หลอด ที่วัดได้และที่ตั้ง ว่ามีความแตกต่างอยู่ใน เกณฑ์ที่กำาหนดหรือไม่

<u>การตั้งค่าเครื่องเอกซเรย์</u> ปรับตั้งค่า kV ที่แผงควบคุมเครื่องเอกซเรย์ (โดยทั่วไป kV ไม่สามารถปรับได้)ตั้งค่า mA และ time คงที่

<u>วิธีการ</u>

- ฉายรังสีลงบนหัววัด ตามคู่มือการใช้งาน
- ทำการฉายรังสี บันทึกค่า kV ที่ตั้งและค่าที่วัดได้

1.2 ความแม่น (ต่อ)

<u>การวิเคราะห์</u> นำค่าที่วัดได้มาคำนวณหาค่าความผิดพลาด

$$\% \text{ ERROR} = \frac{kVm - kVs}{kVs} \times 100$$

เมื่อ kVs คือ ค่าความต่างศักย์หลอดที่ตั้ง

kVm คือ ค่าความต่างศักย์หลอดที่ได้จากการวัด

ค่ามาตรฐาน

Accuracy $\pm$ 10 %

ตัวอย่างการคำนวณ kV Accuracy

kVp ACCURCY : SETTING …70…kVp … 1.0 …sec DISTANCE …25 …. cm.

SETTING kVp	70
MEASURED kVp	69.85
% ERROR	0.21

นำข้อมูลการตรวจสอบมาคำนวณหาค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน ตามสมการ

$$\% \text{ ERROR} = [(X_m - X_S)/ X_S] \times 100$$

โดยที่ X_S คือ kVp ที่ตั้ง

X_m คือ kVp ที่วัดได้

นำข้อมูลการตรวจสอบจากตารางมาคำนวณทีละจุด เช่น ที่ค่า SETTING kVp = 70 ได้

$$\% \text{ ERROR} = [(69.85 - 70)/ 69.85] \times 100$$

$$= 0.21 \%$$

ค่ามาตรฐาน และวิธีการตรวจสอบคุณภาพ (ต่อ)

2. ค่าเวลาในการฉายรังสี (Exposure Timer)

2.1 ความทำซ้ำ (Reproducibility) ของเครื่องตั้งเวลา (Timer)

เพื่อทดสอบเวลาในการฉายรังสี (Exposure time) เมื่อฉายรังสีซ้ำและวัดค่าที่ได้(Actual exposure time) เพื่อพิจารณาเวลาที่รังสีเอกซ์ถูกปล่อยออกมาจากหลอดเอกซเรย์แต่ละครั้งว่ามีความคงที่เพียงใด

<u>การตั้งค่าเครื่องเอกซเรย์</u> ตั้งค่าเทคนิคการฉายรังสี โดยเลือกค่าที่ใช้บ่อยในการถ่ายภาพรังสีให้กับผู้ป่วย ตั้งค่า mA และ time คงที่

<u>วิธีการ</u>

- ฉายรังสีลงบนหัววัด ตามคู่มือการใช้งาน
- ฉายรังสี อย่างน้อย 5 ครั้ง บันทึกค่า เวลา ที่อ่านได้จากเครื่องวัด

ความทำซ้ำ (ต่อ)

<u>การวิเคราะห์</u> นำค่าที่วัดได้มาคำนวณหาค่าความผิดพลาดตามสมการ ค่าร้อยละสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (Coefficient of Variation)

$$\%\ CV = \frac{SD}{\overline{X}} \times 100$$

เมื่อ SD คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

$$SD = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

$\bar{x}$ คือ ค่าเฉลี่ยของเวลาที่ได้จากการวัด

Xi คือ ค่าเวลาที่วัดได้ครั้งที่ i

ค่ามาตรฐาน

Reproducibility $\leq$ 5%

ตัวอย่างการคำนวณ Timer Reproducibility

TIMER Reproducibility SETTING…70…kVp…10 …mA … 1.0 … sec DISTANCE …25 ... cm

NO.OF EXP.	1	2	3	4	5	6	C V (%)
MEASURED	1.024	1.024	1.024	1.024	1.024	1.024	0

นำข้อมูลการตรวจสอบมาคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (Coefficient of Variance) ตามสมการ

$$C.V.\ (\%) = SD / X_{avg} \times 100$$

โดยที่ SD คือ ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูล

$$SD = [\sum_{i=1}^{n} (X_i - X_{avg})^2 / N\text{-}1]^{1/2}$$

$$X_{avg} = [X_1 + X_2 + X_3 + \ldots + X_i] / N$$

$$X_{avg} = [\ 1.024 + 1.024 + 1.024 + 1.024 + 1.024 + 1.024\ ] / 6$$

$$= 1.024$$

$$SD = 0$$

$$C.V. = (0/1.024) \times 100$$

$$= 0\ \%$$

2. ค่าเวลาในการฉายรังสี (ต่อ)

- 2.2 ความแม่น (Accuracy)

เพื่อทดสอบความแตกต่างของเวลาที่ฉายรังสีที่วัดได้และที่ตั้ง ว่ามีความแตกต่างอยู่ใน เกณฑ์ที่กำาหนดหรือไม่

<u>การตั้งค่าเครื่องเอกซเรย์</u>

ปรับเปลี่ยนค่าเวลาที่ต้องการวัด (ถ้ามี) โดยตั้งค่า mA และ kV คงที่

<u>วิธีการ</u>

- ฉายรังสีลงบนหัววัด ตามคู่มือการใช้งาน
- ทำการฉายรังสี บันทึกค่าเวลา ที่ตั้งและค่าที่วัดได้
- ทำซ้ำโดยการปรับเปลี่ยนค่าเวลาไปที่ค่าที่ต้องการจะทดสอบ

2.2 ความแม่น (ต่อ)

<u>การวิเคราะห์</u> นำค่าที่วัดได้มาคำนวณหาค่าความผิดพลาด

$$\% \text{ ERROR} = \frac{T_m - T_s}{Ts} \times 100$$

เมื่อ Ts คือ ค่าเวลาที่ตั้ง

Tm คือ ค่าเวลาที่ได้จากการวัด

ค่ามาตรฐาน

Accuracy $\pm$ 10 %

ตัวอย่างการคำนวณ Timer Accuracy

ตัวอย่างการคำนวณ

TIMER ACCURCY : SETTING…70…kVp…10…mA … sec DISTANCE …25…cm.

SETTING TIMER (sec)	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
MEASURED TIMER	0.206	0.406	0.605	0.804	1.024
% ERROR	3.00	1.50	0.83	0.50	2.40

นำข้อมูลการตรวจสอบมาคำนวณหาค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน ตามสมการ

$$\% \text{ ERROR} = [(X_m - X_S) / X_S] \times 100$$

โดยที่ X_S คือ เวลาที่ตั้ง

X_m คือ เวลาที่วัดได้

นำข้อมูลการตรวจสอบจากตารางมาคำนวณทีละจุด เช่น ที่ค่า SETTING TIMER = 1.0 ได้

$$\% \text{ ERROR} = [(1.0 – 1.024) / 1.0] \times 100$$

$$= 2.4 \%$$

ค่ามาตรฐาน และวิธีการตรวจสอบคุณภาพ (ต่อ)

3. การกรองรังสี (Filtration)

- การกรองรังสีของหลอดเอกซเรย์ หาในรูปของความหนาครึ่งค่า (Half Value Layer, HVL) ของรังสีเอกซ์

- ความหนาครึ่งค่าของรังสีเอกซ์ หมายถึง ความหนาของแผ่นโลหะที่สามารถลดปริมาณรังสีในลำรังสีเอกซ์ลงเหลือครึ่งหนึ่งของปริมาณรังสีเดิมในลำรังสีนั้น แผ่นโลหะที่นิยมใช้ในการหาความหนาครึ่งค่า (HVL) คือหน่วยอะลูมิเนียม

- หน่วยความหนาของอะลูมิเนียม (mm.Al)

การคำนวณ

หาค่าร้อยละการทะลุทะลวงของปริมาณรังสี (%Transmission) ในแต่ละครั้งที่ใส่แผ่นอะลูมิเนียม

จากสมการ

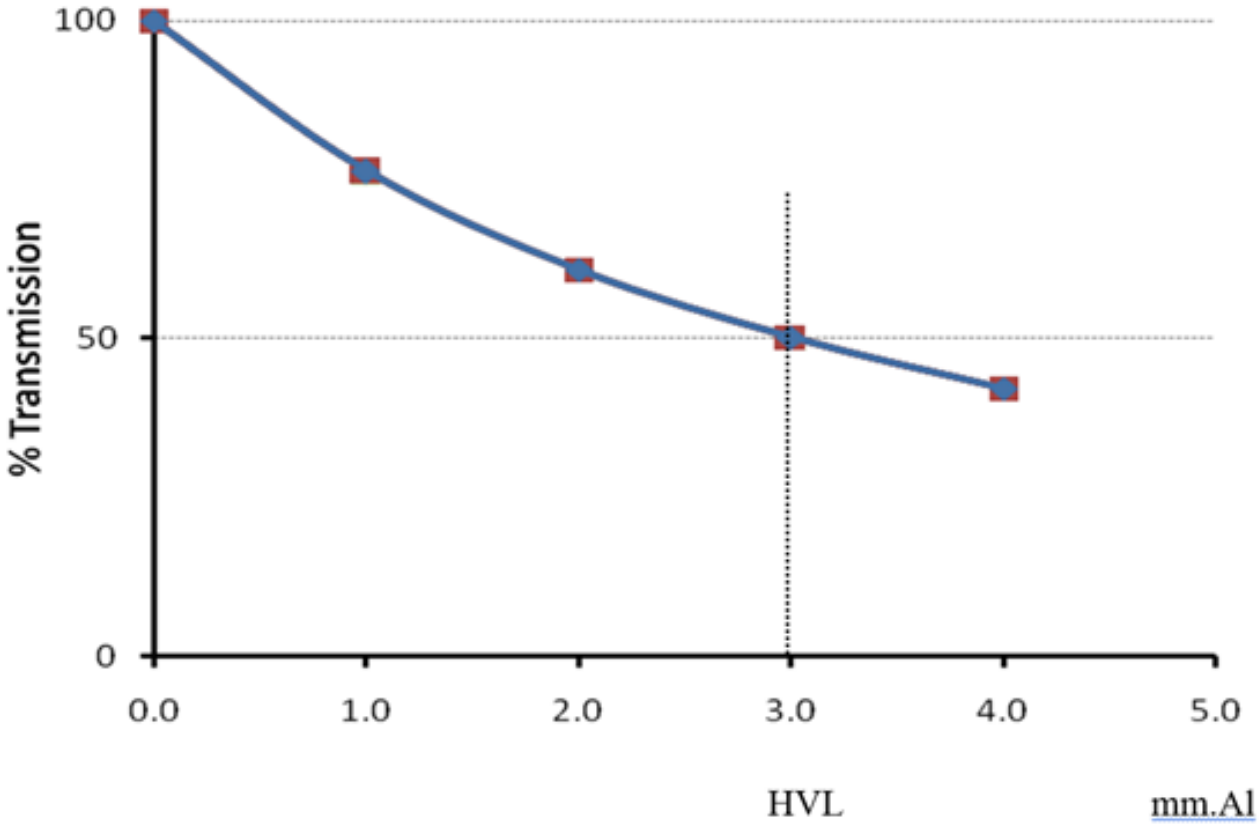
$$\%\text{Transmission} = \frac{mR_1}{mR_0} x100$$

mR0 หมายถึง ปริมาณรังสี เมื่อไม่มีแผ่นอะลูมิเนียมกั้นแนวลำรังสี

mR1 หมายถึง ปริมาณรังสีเมื่อมีแผ่นอะลูมิเนียมกั้นแนวลำรังสี

ADD FILTRATION (mm.Al)	0.0	1.0	2.0	3.0	4.0
OUT PUT (mR)	144.4	110.2	87.77	72.4	60.76
% Transmission	100.0	76.32	60.78	50.14	42.08

การคำนวณ



จากกราฟ หาค่าความหนาของแผ่นอะลูมิเนียม ณ ค่าร้อยละการทะลุทะลวงที่ 50 จะเป็นค่า HVLอ่านได้ 3.0 mm.Al

*** เครื่องมือบางรุ่นสามารถวัดและอ่านค่าได้เลย

ตารางการกรองรังสี ต้องมีค่าความหนาครึ่งค่า (Half-value layer : HVL) ไม่น้อยกว่าค่าที่แสดงไว้ดังนี้

ความต่างศักย์หลอด (kilovolt peak)		ค่าขั้นต่ำของ HVL (mm of aluminum)		
Designed Operating Range	Measured Operating Potential	Specified Dental System[1]	I-Other X-Ray Systems[2]	II-Other X-Ray Systems[3]
Below 51	30	1.5	0.3	0.3
	40	1.5	0.4	0.4
	50	1.5	0.5	0.5
51 to 70	51	1.5	1.2	1.3
	60	1.5	1.3	1.5
	70	1.5	1.5	1.8
Above 70	71	2.1	2.1	2.5
	80	2.3	2.3	2.9
	90	2.5	2.5	3.2
	100	2.7	2.7	3.6
	110	3.0	3.0	3.9
	120	3.2	3.2	4.3
	130	3.5	3.5	4.7
	140	3.8	3.8	5.0
	150	4.1	4.1	5.4

ค่ามาตรฐาน และวิธีการตรวจสอบคุณภาพ (ต่อ)

4. ปริมาณรังสี (Radiation Output)

4.1 ความทำซ้ำ (Reproducibility)

เพื่อทดสอบว่าความแปรปรวนของปริมาณรังสีอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดหรือไม่ เมื่อฉายรังสีซ้ำและวัดค่าที่ได้จากการตั้งตัวแปรเทคนิคที่เดิม

<u>การตั้งค่าเครื่องเอกซเรย์</u> ตั้งค่าเทคนิคการฉายรังสี โดยเลือกค่าที่ใช้บ่อยในการถ่ายภาพรังสีให้กับผู้ป่วย ตั้งค่า mA และ time คงที่

<u>วิธีการ</u>

- ฉายรังสีลงบนหัววัด ตามคู่มือการใช้งาน
- ฉายรังสี อย่างน้อย 5 ครั้ง บันทึกค่าปริมาณรังสีที่อ่านได้จากเครื่องวัด

ความทำซ้ำ (ต่อ)

<u>การวิเคราะห์</u> นำค่าที่วัดได้มาคำนวณหาค่าความผิดพลาดตามสมการ ค่าร้อยละสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (Coefficient of Variation)

$$\%\ CV = \frac{SD}{\overline{X}} \times 100$$

เมื่อ SD คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

$$SD = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

$\bar{x}$ คือ ค่าเฉลี่ยของปริมาณรังสีที่ได้จากการวัด

Xi คือ ค่าปริมาณรังสีที่วัดได้ครั้งที่ i

ค่ามาตรฐาน

Reproducibility $\leq$ 5%

5. เครื่องจำกัดลำรังสี (Beam Limiting Device)

5.1 เครื่องจำกัดลำรังสี

ในกรณีของเครื่องเอกซเรย์ฟันแบบใส่ฟิล์มในช่องปาก (Intra-oral Image Receptors)

- ชนิดของเครื่องจำากัดรังสีจะต้องมีลักษณะเป็นทรงกระบอกหรือทรงสี่เหลี่ยม
- ด้านปลายของเครื่องจำากัดรังสีจะต้องเป็นแบบปลายเปิด (Open-Ended Type)
- วัสดุที่ใช้ทำาเครื่องจำากัดรังสีต้องเป็นชนิดที่สามารถป้องกันรังสีได้ เช่น พลาสติกผสมตะกั่ว

ค่ามาตรฐาน มี

5. เครื่องจำกัดลำรังสี (ต่อ)

5.2 ระยะจากจุดโฟกัสถึงปลายเครื่องจำกัดลำรังสี

<u>อุปกรณ์</u>

- ตลับเมตร

<u>วิธีการ</u>

- วัดระยะจากจุดโฟกัสถึงปลายเครื่องจำกัดลำรังสี

ค่ามาตรฐาน ≥ 18 cm

5. เครื่องจำกัดลำรังสี (ต่อ)

5.3 เส้นผ่าศูนย์กลาง

<u>อุปกรณ์</u>

- ตลับเมตร

<u>วิธีการ</u>

- วัดระยะจากขอบปลายเครื่องจำกัดลำรังสีจากด้านหนึ่ง ไปยังอีกด้าน

ค่ามาตรฐาน ≤ 7 cm

6. ปริมาณรังสีรั่ว (Leakage Radiation)

เพื่อวัดปริมาณรังสีรั่วจากหัวหลอดเอกซเรย์และเครื่องจำกัดลำรังสี

<u>อุปกรณ์</u>

- เครื่องสำรวจรังสี (Survey Meter)

<u>การตั้งค่าเครื่องเอกซเรย์</u>

- ตั้งค่า kV mA และ time หรือเทคนิคฟันกรามบน
- เพื่อป้องกันไม่ให้หลอดเอกซเรย์ได้รับความเสียหาย ควรพิจารณาค่า kV, mA สูงสุดของเครื่องและสภาพของเครื่อง ประกอบการตั้งค่า

6. ปริมาณรังสีรั่ว (ต่อ)

<u>วิธีการ</u>

- ปิดคอลลิเมเตอร์ให้สนิท หรือนำแผ่นตะกั่วที่สามารถกั้นรังสี มีความหนาอย่างน้อย 10 HVL
- ทำการวัดปริมาณรังสีด้านแคโทด แอโนด และด้านหน้าของหลอดเอกซเรย์ ห่างจากจุดโฟกัสของหลอดเอกซเรย์ 1 เมตร Survey Meter) จะต้องอยู่ตรงกับหลอดเอกซเรย์
- ผู้ปฏิบัติงานควรสวมเสื้อตะกั่วขณะปฏิบัติงาน หรือมีฉากตะกั่วกันรังสี หากไม่มีเสื้อตะกั่วและฉากตะกั่ว กันรังสี ให้ถอยออกห่างๆ เครื่องเอกซเรย์โดยตั้งเครื่องมือไว้ขณะทำการฉายรังสี
- ติด OSL ทุกครั้งที่ปฏิบัติงาน

6. ปริมาณรังสีรั่ว (ต่อ)

<u>การวิเคราะห์</u>

- นำค่าที่วัดได้มาคำนวณจากสมการ

$$\text{Leakage Radiation Dose} = \frac{W \times X}{(60 \times mA)}$$

เมื่อ W = อัตราการทำงานของเครื่องสูงสุด (Workload)

X = ปริมาณรังสีที่วัดได้

ค่าไม่เกิน 1000 µGy ใน 1 ชั่วโมง

สรุป

รายการตรวจสอบ	ค่ามาตรฐาน
1. ค่าความต่างศักย์หลอด (หรือค่ากิโลโวลต์, kV)	
1.1 ความทำซ้ำ (Reproducibility) CV (%)	≤ 5.0 %
1.2 ความแม่น (Accuracy) % kV	≤ 10 %
2. ค่าเวลาในการฉายรังสี (Exposure timer)	
2.1 ความทำซ้ำ (Reproducibility) CV (%)	≤ 5.0 %
2.2 ความแม่น (Accuracy) % timer	≤ 10 %
3. การกรองรังสีเอกซ์ (HVL) ที่ 70 kVp	≥ 1.5 mmAl

สรุป (ต่อ)

รายการตรวจสอบ	ค่ามาตรฐาน
4. ปริมาณรังสี (Radiation Output)	
4.1 ความทำซ้ำ (Reproducibility) CV (%)	≤ 5.0 %
5. เครื่องจำกัดลำรังสี (Beam limiting device)	
5.1 เครื่องจำกัดลำรังสี	มี
5.2 ระยะจากจุดโฟกัสถึงปลายเครื่องจำกัดลำรังสี	≥ 18 cm
5.3 เส้นผ่าศูนย์กลาง	≤ 7 cm
6. รังสีรอบหลอดเอกซเรย์ (Leakage radiation) ที่ 1 เมตรจากจุดโฟกัส	≤ 1000 μGy ใน 1 ชั่วโมง

THANK YOU