ศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ที่ 11 สุราษฎร์ธานี
Regional Medical Sciences Center 11 Suratthani
กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ Department of Medical Sciences
The 33rd Annual Medical Sciences Conference 11th - 13th June 2025

การพัฒนาต้นแบบแผ่นกันรังสีสะท้อนจากการนำเสื้อตะกั่วกลับมาใช้ใหม่ (Reuse) สำหรับเครื่องเอกซเรย์ฟันแบบพกพา

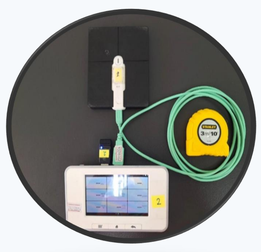
อานนท์ ศรีสุข*, ชัยยุทธ นทีธร, ภัททิรา สมัครพงศ์ และ จักรพงศ์ รักทอง

บทนำ

ศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ที่ 11 สุราษฎร์ธานี ได้ทำการศึกษาปริมาณรังสีกระเจิง และวัสดุกันรังสีสะท้อนจากการใช้งานเครื่องเอกซเรย์ฟันแบบพกพา ผลจากการศึกษาจึงมีแนวคิดในการสร้างต้นแบบแ ผ่นกันรังสีสะท้อน (Backscatter-Shield) จากการนำเสื้อตะกั่วหรือวัสดุเทียบเท่าที่ไม่ใช้งานมีสภาพดีไม่มีรอยฉีกขาดหรือเสื่อมสภาพ เพื่อเป็นการใช้งานวัสดุให้คุ้มค่าและเป็นประโยชน์สูงสุด โดยแผ่นกันรังสีสะท้อนเป็นอุปกรณ์มาตรฐานที่ต้องมีไว้ประจำเครื่องซึ่งมีราคาสูง อุปกรณ์ชนิดนี้จะช่วยลดการได้รับรังสีที่สะท้อนจากผู้ป่วยมายังเจ้าหน้าที่ขณะที่ใช้งานเครื่องในการถ่าย ภาพรังสีเพื่อใช้ในการวินิจฉัยผู้ป่วย โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแผ่นกันรังสีสะท้อนที่ใช้งานได้จริงเป็นทางเลือกให้กับผู้ใช้งานเครื่อง ลดการนำเข้าอุปกรณ์จากต่างประเทศ ลดความเสี่ยงจากการได้รับรังสีโดยไม่จำเป็นระหว่างการปฏิบัติงาน และลดภาระด้านงบประมาณในการจัดซื้ออุปกรณ์ที่ต้องสอดคล้องกับมาตรฐานที่มีการเปลี่ยนแปลง ส่งเสริมและต่อยอดงานด้านนวัตกรรมในประเทศ เปิดโอกาสให้มีการคิดค้น ปรับปรุง และพัฒนาเทคโนโลยีที่ตอบโจทย์ความต้องการของผู้ใช้งานอย่างแท้จริง

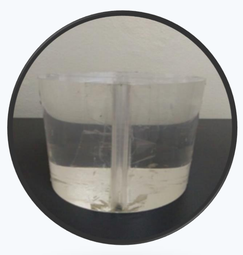
วัดสดุ/อุปกรณ์

ภาพที่ 1 เสื้อกันรังสี



ภาพที่ 2 เครื่องวัดค่ากิโลโวลต์ เวลา และปริมาณรังสีเอกซ์ ยี่ห้อ RAYSAFE รุ่น X2

ภาพที่ 3 เครื่องวัดปริมาณรังสีทุติยภูมิ : RAYSAFE รุ่น RAYSAFE 452 AMBIENT



ภาพที่ 4 หัวหุ่นจำลอง (Phantom Head) : ยี่ห้อ Fluke Biomedical

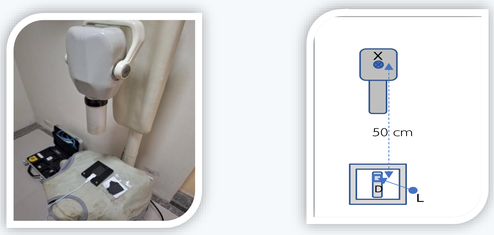
ภาพที่ 5 Portable X-ray Dental

ภาพที่ 6 ตลับเมตร

ภาพที่ 7 ขาตั้งกล้อง

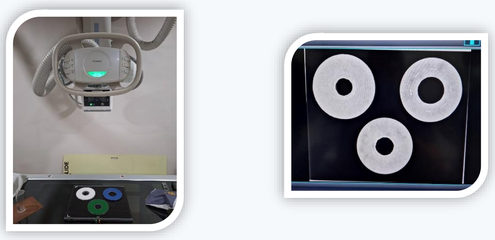
วิธีการศึกษา

❖ **การทดสอบการลดทอนรังสีของตัวอย่างเสื้อตะกั่ว :** การทดสอบประสิทธิภาพการลดทอนรังสีของเสื้อตะกั่วเริ่มจากการตั้งอุปกรณ์วัดรังสีให้อยู่ในตำแหน่งเหมาะสมกับเครื่องเอกซเรย์ฟัน โดยกำหนดระยะห่างระหว่างจุดโฟกัสถึงหัววัดที่ 50 เซนติเมตร จากนั้นทำการฉายรังสีเอกซเรย์โดยไม่มีเสื้อตะกั่วแล้วจึงเพิ่มตัวอย่างเสื้อตะกั่วทีละแผ่นในการฉายซ้ำแต่ละครั้ง พร้อมบันทึกค่ารังสีที่วัดได้นำมาการลดทอนรังสีของเสื้อตะกั่วเพื่อหาความหนาที่เหมาะสมในการทำต้นแบบแผ่นกันรังสีสะท้อน ดังภาพที่ 8



ภาพที่ 8 แสดงการทดสอบการลดทอนรังสี

❖ **การทดสอบรอยฉีกขาดของแผ่นกันรังสีสะท้อนต้นแบบ :** นำแผ่นกันรังสีสะท้อนวางบนแผ่นรับภาพ วัดระยะจากหลอดเอกซเรย์ถึงแผ่นรับภาพ 100 เซนติเมตร เปิดแสงไฟให้คลุมแผ่น ตั้งค่าเทคนิคที่ 80 กิโลโวลต์ กระแสไฟและเวลา 10 mAs ทำการถ่ายภาพและวิเคราะห์ภาพที่แสดงหน้าจอภาพเพื่อตรวจสอบรอยฉีกขาด ดังภาพที่ 9



ภาพที่ 9 แสดงการทดสอบรอยฉีกขาดของแผ่นกันรังสีสะท้อน

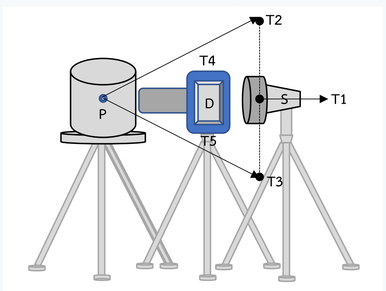
❖ **การทดสอบน้ำหนักของแผ่นกันรังสีสะท้อน :** นำแผ่นกันรังสีสะท้อนวางบนเครื่องชั่ง และทำการบันทึกน้ำหนักที่วัดได้ ดังภาพที่ 10

หมายเหตุ : BS1-BS2 : ตัวต้นแบบ , BS3-BS4 : New Model , BS5 : แผ่นที่ขายตามท้องตลาด

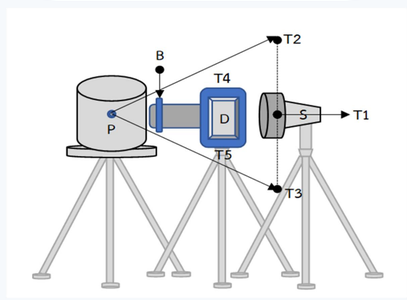
ภาพที่ 10 แสดงการทดสอบน้ำหนักของแผ่นกันรังสีสะท้อน

❖ **การวัดค่าปริมาณรังสีกระเจิงโดยไม่มีแผ่นกันรังสีสะท้อน** (non back scatter shield) : จัดวางอุปกรณ์เตรียมทดสอบทำการเปิดเครื่องเอกซเรย์ฟันแบบพกพา และตั้งค่าเทคนิคที่ 60 กิโลโวลต์ กระแสไฟฟ้า 2 มิลลิแอมป์ เวลาในการฉายรังสี 0.3 วินาที จากนั้นทำการฉายรังสีในแต่ละตำแหน่งจำนวน 3 ครั้ง และบันทึกค่าค่าปริมาณรังสี ในการวัดค่าปริมาณรังสี จะทำการวัดใน 5 ตำแหน่งรอบตัวเครื่อง ได้แก่ หลังตัวเครื่องเอกซเรย์ หลังตัวเครื่องด้านบนที่มุม 45 องศา หลังตัวเครื่องด้านล่างที่มุม 45 องศา มือจับตัวเครื่องด้านขวา และ มือจับตัวเครื่องด้านซ้าย ดังแสดงในภาพที่ 11

❖ **การวัดค่าปริมาณรังสีกระเจิงโดยมีแผ่นกันรังสีสะท้อน (back scatter shield) :** จัดวางอุปกรณ์เตรียมทดสอบทำการเปิดเครื่องเอกซเรย์ฟันแบบพกพา และตั้งค่าเทคนิคที่ 60 กิโลโวลต์ กระแสไฟฟ้า 2 มิลลิแอมป์ เวลาในการฉายรังสี 0.3 วินาที จากนั้นนำแผ่นกันรังสีสะท้อนต้นแบบมาสวมเข้าที่ปลายกระบอกลำรังสีของเครื่องเอกซเรย์ฟันแบบพกพา ระยะ 1.0 เซนติเมตร ทำการฉายรังสีในแต่ละตำแหน่งจำนวน 3 ครั้ง และบันทึกค่าปริมาณรังสี โดยวัดค่ารังสีรอบตัวเครื่องใน 5 ตำแหน่ง ได้แก่ หลังตัวเครื่องเอกซเรย์ หลังตัวเครื่องด้านบนมุม 45 องศา หลังตัวเครื่องด้านล่างมุม 45 องศา มือจับตัวเครื่องด้านขวา และ มือจับตัวเครื่องด้านซ้าย ดังแสดงในภาพที่ 12



ภาพที่ 11 แสดงการทดสอบการวัดค่าปริมาณรังสีกระเจิงโดยไม่มีแผ่นกันรังสีสะท้อน



ภาพที่ 12 แสดงการทดสอบการวัดค่าปริมาณรังสีกระเจิงโดยไม่มีแผ่นกันรังสีสะท้อน

หมายเหตุ : P (Phantom Head) , D (Dental X-Ray machine) , S (Survey Meter), B (Back Scatter Shield) , T1 (หลังตัวเครื่องเอกซเรย์) , T2 (หลังตัวเครื่องด้านบนมุม 45 องศา) , T3 (หลังตัวเครื่องด้านล่างมุม 45 องศา) , T4 (มือจับตัวเครื่องด้านขวา) , T5 (มือจับตัวเครื่องด้านซ้าย)

ภาพที่ 13 แสดงการทดสอบการวัดค่าปริมาณรังสีกระเจิงในแต่ละตำแหน่งที่ทำการทดสอบ

หมายเหตุ : P1 ตำแหน่งหลังตัวเครื่อง , P2 ตำแหน่งหลังตัวเครื่องด้านบนมุม 45 องศา , P3 ตำแหน่งหลังตัวเครื่องด้านล่างมุม 45 องศา , P4 ตำแหน่งมือจับตัวเครื่องด้านซ้าย , P5 ตำแหน่งมือจับตัวเครื่องด้านซ้าย

ผลการศึกษา

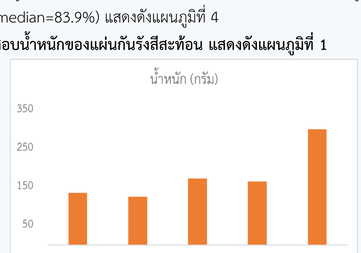
❖ **ผลการทดสอบการลดทอนและการทะลุทะลวง พบว่า** ต้นแบบแผ่นกันรังสีสะท้อนผลิตจากตัวอย่างเสื้อตะกั่วที่มีความหนา 0.6 มิลลิเมตร สามารถลดทอนรังสีได้ 99.0% ที่ค่าพลังงาน 65-70 กิโลโวลต์ ซึ่งเทียบเท่าตะกั่วที่ความหนามากกว่า 0.25 มิลลิเมตร (NCRP Report No. 145 [1]) แสดงดังภาพที่ 14

❖ **ผลการทดสอบค่าปริมาณรังสีโดยใช้เกณฑ์พื้นที่ควบคุม** จากเครื่องเอกซเรย์ 4 ยี่ห้อ จำนวน 7 เครื่อง เมื่อไม่มีแผ่นกันรังสีสะท้อน พบว่า ตำแหน่งหลังตัวเครื่องเอกซเรย์ อยู่ในช่วง 11.3-68.0 µGy/week (median= 42.6 µGy/week) หลังตัวเครื่องด้านบนมุม 45 องศา อยู่ในช่วง 144.3-319.0 µGy/week (median=241.6 µGy/week) หลังตัวเครื่องด้านล่างมุม 45 องศา อยู่ในช่วง 35.8-197.7µGy/week (median=121. 0µGy/week) ตำแหน่งมือจับตัวเครื่องด้านขวา อยู่ในช่วง 456.5-886.3 µGy/week (median=765.9 µGy/week) ตำแหน่งมือจับตัวเครื่องด้านซ้าย 635.4-2161.8 µGy/week (median= 765.9 µGy/week) แสดงดังแผนภูมิที่ 3

❖ **ผลการทดสอบค่าปริมาณรังสีโดยใช้เกณฑ์พื้นที่ควบคุม** จากเครื่องเอกซเรย์ 4 ยี่ห้อ จำนวน 7 เครื่อง เมื่อมีแผ่นกันรังสีสะท้อน พบว่า ตำแหน่งหลังตัวเครื่องเอกซเรย์ อยู่ในช่วง 4.7-51.1 µGy/week (median=32.8 µGy/week) หลังตัวเครื่องด้านบนมุม 45 องศา อยู่ในช่วง 25.7-57.9 µGy/week (median= 41.7 µGy/week) หลังตัวเครื่องด้านล่างมุม 45 องศา อยู่ในช่วง 10.2-34.2 µGy/week (median= 19.7 µGy/week) ตำแหน่งมือจับตัวเครื่องด้านขวา อยู่ในช่วง 72.8-425.7 µGy/week (median=90.6 µGy/week) ตำแหน่งมือจับตัวเครื่องด้านซ้าย 71.1-1125.0 µGy/week (median=129.0 µGy/week) แสดงดังแผนภูมิที่ 3

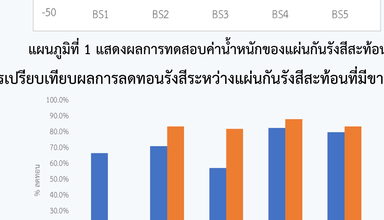
❖ **ผลการทดสอบการลดทอนรังสี** พบว่า ตำแหน่งหลังตัวเครื่องเอกซเรย์ อยู่ในช่วง 7.9-58.6% (median=24.8%) หลังตัวเครื่องด้านบนมุม 45 องศา อยู่ในช่วง 71.0-86.2% (median=84.0%) หลังตัวเครื่องด้านล่างมุม 45 องศา อยู่ในช่วง 53.5-91.6% (median=82.5%) มือจับตัวเครื่องด้านขวา อยู่ในช่วง 49.6-90.0% (median=88.6%) มือจับด้านซ้าย อยู่ในช่วง 30.0-89.7%(median=83.9%) แสดงดังแผนภูมิที่ 4

❖ **การทดสอบน้ำหนักของแผ่นกันรังสีสะท้อน แสดงดังแผนภูมิที่ 1**



แผนภูมิที่ 1 แสดงผลการทดสอบค่าน้ำหนักของแผ่นกันรังสีสะท้อน

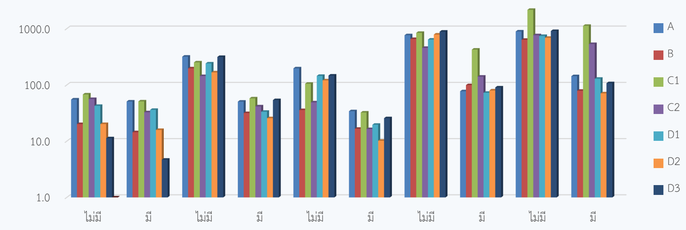
❖ **การเปรียบเทียบผลการลดทอนรังสีระหว่างแผ่นกันรังสีสะท้อนที่มีขายในท้องตลาด**



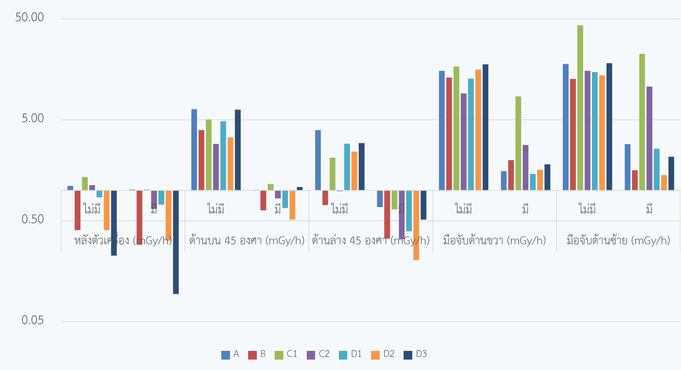
แผนภูมิที่ 2 แสดงผลการเปรียบเทียบการลดทอนรังสีของแผ่นกันรังสีสะท้อนที่มีขายในท้องตลาดกับแผ่นกันรังสีสะท้อนต้นแบบ

เสื้อตะกั่วหนา (mm)	M1 : Setting 65 kV 7.5 mA 0.5 s			M2 : Setting 70 kV 8 mA 0.5 s		
	Dose-M1 (mGy)	%ลดทอน	Transmission Factor	Dose-M2 (mGy)	%ลดทอน	Transmission Factor
0.0	0.3606	0.0%	0.000	0.676	0.0%	0.000
0.3	0.0236	93.5%	0.065	0.043	93.7%	0.063
0.6	0.0037	99.0%	0.010	0.010	98.6%	0.014
0.9	0.0010	99.7%	0.003	0.003	99.6%	0.004
1.2	0.0004	99.9%	0.001	0.001	99.8%	0.002
1.5	0.0003	99.9%	0.001	0.001	99.9%	0.001

ภาพที่ 14 ตารางผลการทดสอบการลดทอนและการทะลุทะลวงของปริมาณรังสีของตัวอย่างเสื้อตะกั่ว ที่ค่าพลังงาน 65 kV และ 70 kV



แผนภูมิที่ 3 การเปรียบเทียบค่าปริมาณรังสีโดยใช้เกณฑ์พื้นที่ควบคุม (Controlled Area) ขณะไม่มีกับมีแผ่นกันรังสีสะท้อนที่ค่าพลังงาน 60-70 กิโลโวลต์



แผนภูมิที่ 4 การเปรียบเทียบค่าการลดทอนรังสีรังสีของแผ่นกันรังสีสะท้อนขณะไม่มีกับมีแผ่นกันรังสีสะท้อน

วิจารณ์

❖ จากข้อมูลในภาพที่ 14 พบว่า ตัวอย่างเสื้อตะกั่วที่นำมาสร้างต้นแบบแผ่นกันรังสีสะท้อนมีความหนาเท่ากับ 0.6 มิลลิเมตร ซึ่งมีคุณสมบัติการลดทอนรังสี เท่ากับ 99.0% เปอร์เซ็นต์การทะลุทะลวง เท่ากับ 1.0% เป็นความหนาที่เหมาะสมเมื่อเทียบกับมาตรฐาน NCRP Report No. 145 ซึ่งการทดสอบดังกล่าวเป็นขั้นตอนที่สำคัญมากการสร้างแผ่นกันรังสีสะท้อนที่มีน้ำหนักเกินความจำเป็น

❖ จากการเปรียบเทียบค่าปริมาณรังสีระหว่างการใช้เครื่องเอกซเรย์ฟันแบบพกพาโดยไม่มีกับมีแผ่นกันรังสีสะท้อน ตามเกณฑ์พื้นที่ควบคุม (Controlled Area) ที่กำหนดไว้ไม่เกิน 100 µGy/week โดยอ้างอิงจากแผนภูมิที่ 3 พบว่า ตำแหน่งหลังตัวเครื่องเอกซเรย์ เมื่อไม่มีกับมีแผ่นกันรังสีสะท้อน ค่าไม่เกินเกณฑ์ที่ 100 µGy/week ตำแหน่งหลังตัวเครื่องด้านล่างมุม 45 องศา และ หลังตัวเครื่องด้านบนมุม 45 องศา เมื่อมีแผ่นกันรังสีสะท้อน พบว่าค่าปริมาณรังสีไม่เกินเกณฑ์ที่กำหนดในทุกเครื่องที่ทำการทดสอบ ตำแหน่งมือจับตัวเครื่องด้านขวาและตำแหน่งมือจับตัวเครื่องด้านซ้าย เมื่อมีแผ่นกันรังสีสะท้อน พบว่าค่าปริมาณรังสีไม่เกินเกณฑ์ในบางเครื่องที่ทำการทดสอบ จากข้อมูลแสดงให้เห็นว่าการใช้แผ่นกันรังสีสะท้อนช่วยลดปริมาณรังสีที่สะท้อนออกจากเครื่องเอกซเรย์ได้อย่างมีประสิทธิภาพในหลายตำแหน่ง

❖ ผลการศึกษาการลดทอนรังสีขณะไม่มีกับมีแผ่นกันรังสีสะท้อน ดังแผนภูมิที่ 4 พบว่า บริเวณหลังตัวเครื่องเปอร์เซ็นต์การลดทอนรังสีได้น้อยสุด เมื่อนำข้อมูลจาก แผนภูมิที่ 3 มาพิจารณาพบว่ามีค่าไม่แตกต่างกัน รังสีที่วัดได้ส่วนใหญ่เป็นรังสีที่รั่วจากตัวเครื่องเอกซเรย์ ตำแหน่งหลังตัวเครื่องด้านบนมุม 45 องศา มือจับตัวเครื่องด้านขวา และมือจับตัวเครื่องด้านซ้าย พบว่า เครื่องเอกซเรย์ยี่ห้อ C (C1, C2) มีค่าเปอร์เซ็นต์การลดทอนรังสีได้น้อยกว่าเครื่องเอกซเรย์ ยี่ห้อ A, B และ D เมื่อพิจารณาการออกแบบของเครื่องเอกซเรย์ พบว่า กระบอกลำรังสีของ ยี่ห้อ C เหลื่อมไปทางฝั่งซ้ายเมื่อเทียบกับเครื่องเอกซเรย์ ยี่ห้อ A, B และ D ซึ่งมีกระบอกลำรังสีอยู่ตรงกลางเครื่อง ส่งผลให้มุมในการสะท้อนของรังสีอาจมีผลต่อค่าการลดทอนรังสีที่วัดได้ เมื่อทำการฉายรังสีไปยังตำแหน่งกลางแฟนทอมศีรษะ

❖ เมื่อทำการเปรียบเทียบแผ่นกันรังสีสะท้อนต้นแบบกับแผ่นกันรังสีที่มีขายในท้องตลาด ดังแผนภูมิที่ 1 และ 2 พบว่า แผ่นกันรังสีต้นแบบมีน้ำหนักน้อยกว่าแผ่นรังสีตัวอย่างที่นำมาเปรียบแต่ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเสื้อตะกั่วแต่ละตัวที่นำมาทำแผ่นกันรังสีสะท้อน ค่าการลดทอนรังสีของทั้งสองประเภทไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่มีข้อด้อยเรื่องการทึบแสง อาจส่งผลในการมองผู้ป่วยขณะถ่ายภาพ

สรุป

จากผลการศึกษาแผ่นกันรังสีสะท้อนที่พัฒนาขึ้นสามารถลดปริมาณรังสีสะท้อนได้อย่างมีนัยสำคัญ ทั้งนี้ยังคงต้องใช้อุปกรณ์ป้องกันรังสีอื่นๆ ได้แก่ เสื้อตะกั่ว ไทรอยด์ชิลด์ ร่วมด้วยเพื่อความปลอดภัยสูงสุด

อ้างอิง

1.National Council on Radiation Protection and Measurements. (2003). Radiation Protection in Dentistry, NCRP Report No. 145.
2.กรกมล กรีฑาภิรมย์. (2564). เจาะลึก Hand-held portable พิษจากสารตะกั่ว. [ออนไลน์]. สืบค้นเมื่อ 9 กันยายน 2564. เข้าถึงได้จาก: https://www.rama.mahidol.ac.th/poisoncenter/th/pois-cov/Lead
3.กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข. (2562). มาตรฐานคุณภาพเครื่องเอกซเรย์วินิจฉัย. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
4.กลุ่มตรวจสอบเครื่องกำเนิดรังสี กองตรวจสอบทางนิวเคลียร์และรังสี สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ. (2564). การตรวจสอบ ประเมินความปลอดภัยทางรังสี ในสถานประกอบการทางรังสีที่มีไว้ครอบครองหรือใช้เครื่องกำเนิดรังสี. [ออนไลน์]. สืบค้นเมื่อ 25 กันยายน 2564. เข้าถึงได้จาก: https://www.oap.go.th/wp-content/uploads/2023/02/บรรยาย-การตรวจสอบ-ประเมินเครื่องกำเนิดรังสี.pdf
5.นพวรรณ ชนัญพานิช. (2565). สัมประสิทธิ์การลดทอนรังสีเอกซ์ของแผ่นคอมพอสิต PU/BaSO4. [ออนไลน์]. สืบค้นเมื่อ 30 พฤศจิกายน 2565. เข้าถึงได้จาก:https://www.thaiscience.info/journals/Article/TJKM/10984322.pdf
6.รศ.ดร. เพชรากร หาญพานิชย์. (2564). Infographic การตรวจสอบเสื้อตะกั่วกำบังรังสี. [ออนไลน์]. สืบค้นเมื่อ 9 กันยายน 2564. เข้าถึงได้จาก: https://www.gotoknow.org/posts/603412
7.ศูนย์พิษวิทยารามาธิบดี. (2564). ภาวะเป็นพิษจากสารตะกั่ว. [ออนไลน์]. สืบค้นเมื่อ 9 กันยายน 2564. เข้าถึงได้ จาก: https://www.rama.mahidol.ac.th/poisoncenter/th/pois-cov/Lead