อุปกรณ์ป้องกันอันตรายจากรังสีด้วยตะกั่วเหลือใช้

ดุษฎี สุทโธ, ว.ทม. (วิทยาศาสตร์รังสี)*

บทคัดย่อ

อุปกรณ์ป้องกันอันตรายจากรังสีที่เรียกว่า syringe shield ที่ทำมาจากทังสเตน จำเป็นในงานของเวชศาสตร์นิวเคลียร์ ซึ่งยังมีไม่เพียงพอต่อความต้องการ จึงมีแนวคิดประดิษฐ์ syringe shield จากตะกั่วเหลือใช้ โดยอาศัยหลักการว่าตะกั่วเป็นวัสดุที่เหมาะสมและสามารถป้องกันอันตรายจากรังสีได้ **วัตถุประสงค์:** เพื่อประเมินประสิทธิผลของอุปกรณ์ป้องกันอันตรายจากรังสีด้วยตะกั่วเหลือใช้ **วัสดุและวิธีการ:** ออกแบบ syringe shield, ทำแบบพิมพ์หล่อตะกั่วและคำนวณความหนาของตะกั่วที่จะสามารถป้องกันอันตรายจากรังสีได้โดยใช้ทฤษฎี Half value layer จากนั้นนำมาทดสอบประสิทธิภาพของ syringe shield จากตะกั่วเหลือใช้และจากทังสเตนมาตรฐาน โดยใช้ Pocket dosimeter รุ่น PDM-117 SN-A4493 ของ ALOKA เป็นตัววัดค่าปริมาณรังสีที่ผ่าน syringe shield ออกมาในระยะเวลา 5 นาที **ผลการศึกษา:** จากการทดสอบประสิทธิภาพการใช้งาน พบว่าปริมาณรังสีที่ผ่านออกจาก syringe shield ที่ทำจากตะกั่วและทังสเตนสามารถลดปริมาณรังสีลงได้ร้อยละ 92.06 และ 88.97 เมื่อใช้ความแรงรังสีเริ่มต้น 5 มิลลิคูรี และร้อยละ 90.23, 82.87 เมื่อใช้ความแรงรังสีเริ่มต้นเป็น 20 มิลลิคูรี ตามลำดับ **สรุป:** Syringe shield ที่ทำจากตะกั่ว สามารถใช้งานได้ดีและสามารถลดทอนปริมาณรังสีได้เทียบเท่าหรือดีกว่า syringe shield ที่ทำจากทังสเตน

Abstract: Syringe Shield with Recycled Lead

Dutsadee Suttho, M.Sc.(Radiological Science)

Department of Radiology, Maharat Nakhon Ratchasima Hospital, Nakhon Ratchasima 30000

Nakhon Ratch Med Bull 2007; 31: 29-34.

* กลุ่มงานรังสีวิทยา โรงพยาบาลมหาราชนครราชสีมา นครราชสีมา 30000

In all Nuclear Medicine procedures need radiation protection equipment especially syringe shield that made from tungsten. As this radiation protection equipment has been insufficient for works because of its price, the researcher had an idea to apply a recycled lead-syringe shield. For the principle that lead is suitable material and can be applied as a radiation protector. **Objective:** To investigate the efficacy of the recycled lead syringe shield. **Material and Method:** A model of syringe shield was designed include a mold for casting it and calculate for the appropriate thickness of lead followed to the theory of "Half value layer" in order to do the radiation protection equipment. The efficacy of radiation protection of recycled lead syringe shields was evaluation and was compared with standard tungsten-syringe shield by pocket dosimeter, ALOKA model PDM-117 SN-A4493, 5 minutes real time duration. **Results:** The amount of radiation passing through the recycled lead and tungsten could be reduced in 92.06% and 88.97% respectively of 5 mCi radiation source and 90.23% and 82.87% respectively of 20 mCi radiation source. **Conclusion:** Recycled lead-syringe shield was good radiation protection equipment and could reduce the passing through radiation dose as good as or probable better than tungsten syringe shield.

ภูมิหลัง

การนำสารกัมมันตรังสี มาใช้ในทางการแพทย์มีจุดมุ่งหมาย 2 ทางคือ การตรวจวินิจฉัยและการรักษาโรค และในการนำสารกัมมันตรังสีมาใช้นี้ต้องคำนึงถึงอันตรายอันอาจเกิดขึ้นได้จากการได้รับสารกัมมันตรังสีจากภายนอกหรือจากการที่สารกัมมันตรังสีสู่ร่างกาย การป้องกันอันตรายจากรังสีขึ้นอยู่กับคุณสมบัติทางฟิสิกส์ของรังสีที่ปล่อยออกมา และครึ่งชีวิต (half life) ของราดิโอนิวไคลด์นั้น ๆ[1]

ในการทำงานของงานเวชศาสตร์นิวเคลียร์ กลุ่มงานรังสีวิทยา โรงพยาบาลมหาราชนครราชสีมา จะต้องมีการสั่งซื้อเจนเนอเรเตอร์ ซึ่งเป็นต้นกำเนิดรังสีที่ใช้ในการตรวจวินิจฉัยโรค โดยบรรจุภัณฑ์ของเจนเนอเรเตอร์ดังกล่าว จะมีตะกั่วที่ใช้ป้องกันอันตรายจากรังสีขณะขนส่ง ซึ่ง ตะกั่วดังกล่าวจัดเป็นวัสดุเหลือใช้เมื่ออายุการใช้งานของเจนเนอเรเตอร์นั้น ๆ หมดลง ดังนั้นจากหลักการการป้องกันอันตรายจากรังสี จึงได้จัดทำโครงการการทำอุปกรณ์การป้องกันอันตรายจากรังสีด้วยตะกั่วที่เป็นวัสดุเหลือใช้ของหน่วยงานขึ้นมา

หลักการเบื้องต้นในการป้องกันอันตรายจากรังสี[1]

1. เวลา (Time) เนื่องจากปริมาณรังสีทั้งหมด คือ ไม่ว่าจะเป็นปริมาณรังสีที่ถูกทั่วร่างกายหรือเพียงบางส่วนจะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับเวลาที่ถูกเอ็กซ์โพส จึงสำคัญอย่างยิ่ง ที่ควรใช้เวลาน้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้เมื่ออยู่ใกล้ต้นกำเนิดนิวไคลด์รังสี

2. ระยะทาง (Distance) ปริมาณรังสีที่ฉายมายังร่างกายจากต้นกำเนิดรังสีภายนอกจะแปรผกผันกับกำลังสองของระยะทางต้นกำเนิดมายังร่างกาย กล่าวคือ ถ้าเพิ่มระยะห่างจากต้นกำเนิดรังสีด้วยแฟคเตอร์ 2 ปริมาณรังสีจะลดลงด้วยแฟคเตอร์ 4

3. วัสดุกำบังรังสี (Shielding) วัสดุกำบังที่สามารถป้องกันรังสีเอ็กซ์ และแกมมาได้อย่างมีประสิทธิภาพ คือ ภาชนะอย่างหนา อิฐ หรือแผ่นกั้นที่ทำจากตะกั่ว

วัสดุอุปกรณ์

1. ตะกั่วที่เป็นวัสดุเหลือใช้ (ได้จากบรรจุภัณฑ์ของเจนเนอเรเตอร์)
2. กระจกตะกั่วขนาด 1 ซีซี และ 3 ซีซี

3. แบบพิมพ์หล่อตะกั่ว

4. เทคนีเชียมเปอร์เทคนิเตท ($^{99m}TcO_4^-$) ความแรงรังสี 5 และ 20 มิลลิคูรี

5. Syringe shield with tungsten

6. ALOKA Pocket dosimeter รุ่น PDM-117 SN-A4493

วิธีการทำ

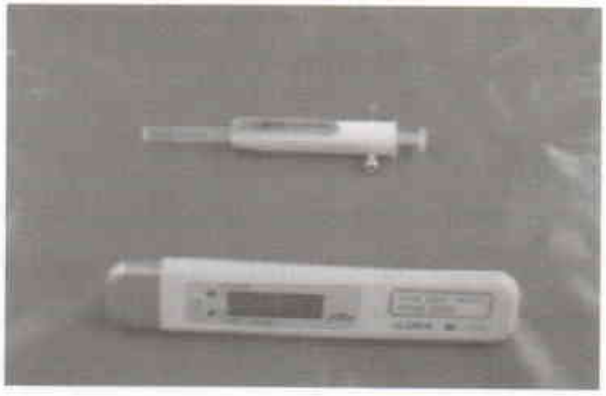
แบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน คือ

1. ออกแบบ syringe shield พร้อมทั้งคำนวณความหนาของตะกั่วที่ต้องการ โดยใช้หลักการของ Half value layer

รูปที่ 1 อุปกรณ์และแบบพิมพ์ที่ทำขึ้นมาสำหรับใช้ในการหล่อ

รูปที่ 2 ตะกั่วที่หล่อตามแบบเรียบร้อยแล้ว

รูปที่ 3 Syringe shield with recycle lead



รูปที่ 4 การวาง Pocket dosimeter ทดสอบประสิทธิภาพการป้องกันอันตรายจากรังสี

รูปที่ 5 แผนภาพแสดงตำแหน่งการวาง ALOKA Pocket dosimeter ในการวัด Absorb dose

ตารางที่ 1 ปริมาณรังสีที่ผ่านออกมา (%Transmission) ของทุกตำแ หน่ง

ความแรงรังสีที่ใช้ (mCi)	%Transmission			
	Syringe shield with lead (Pb)		Syringe shield with tungsten (W)	
	ตำแหน่ง 1-4	ตำแหน่ง 1-3	ตำแหน่ง 1-4	ตำแหน่ง 1-3
5	21.84	7.94	22.51	11.03
20	24.38	9.77	26.54	17.14

2. หลอมตะกั่วให้ได้ตามขนาดและแบบที่ต้องการ

3. ทดสอบประสิทธิภาพการป้องกันอันตรายจากรังสีเปรียบเทียบกับอุปกรณ์ป้องกันอันตรายจากรังสีที่มีอยู่เดิม โดยใช้เครื่องวัดปริมาณรังสีชนิดอ่านค่าได้ทันที ที่ความแรงรังสีของเทคนีเชียมเปอร์เทคนิเตท 5 และ 20 มิลลิคูรี เป็นเวลานาน 5 นาที

ผลการศึกษา

ค่าเฉลี่ยรวมของปริมาณรังสีที่ผ่านออกมา (%Transmission) ทุกๆ ตำแหน่งที่วาง pocket dosimeter พบว่าปริมาณรังสีที่ผ่าน syringe shield ที่ทำจากตะกั่วและที่ทำจากทังสเตนออกมามีค่า 21.84 และ 22.51 ที่ความแรงรังสีของเทคนิเชียม-99m 5 มิลลิคูรี และ 24.38 และ 26.54 ที่ความแรงรังสีของเทคนิเชียม-99m 20 มิลลิคูรี ตามลำดับ ดังตารางที่ 1 ในการปฏิบัติงานจริง ปริมาณรังสีที่บุคลากรผู้ปฏิบัติงานได้รับจาก syringe ในตำแหน่งที่ 1 ถึง 3 เท่านั้น เพราะในตำแหน่งที่ 4 จะเป็นด้านที่หันเข้าหาผู้ป่วยไม่ได้หันเข้าหาผู้ปฏิบัติงาน

พบว่าที่ความแรงรังสีของเทคนิเชียม-99m 5 มิลลิคูรี ปริมาณรังสีที่ผ่านออกมาของ syringe shield ที่ทำจากตะกั่วและทังสเตน เท่ากับ 7.94 และ 11.03 ตามลำดับ และที่ความแรงรังสีของเทคนิเชียม-99m 20 มิลลิคูรี ค่าปริมาณรังสีที่ผ่านออกมาเท่ากับ 9.77 และ 17.14 ตามลำดับ จะเห็นว่าค่าปริมาณรังสีที่ผ่านออกมาจาก syringe shield ที่ทำจากตะกั่ว จะมีค่าน้อยกว่า syringe shield ที่ทำจากทังสเตน

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยปริมาณรังสีที่ผ่านออกมาเฉพาะตำแหน่งที่ 1 ถึง 3 เปรียบเทียบกับค่าปริมาณรังสีสูงสุดที่ยอมให้บุคลากรที่ทำงานเกี่ยวกับด้านรังสีสามารถรับได้โดยปลอดภัย

ความแรงรังสีที่ใช้ (mCi)	Absorb dose By ALOKA Pocket dosimeter					
	Non shield (µSv/5 min)	Lead shield (µSv/5 min)		Tungsten shield (µSv/5 min)		MPD (µSv/Day)
			% การลดลงของรังสี		% การลดลงของรังสี	
5	33	2.62	92.06	3.64	88.97	10
20	105	10.26	90.23	17.99	82.87	

MPD (Maximum Permissible Dose): ปริมาณรังสีที่บุคลลากรผู้ปฏิบัติงานทางด้านรังสีสามารถรับได้โดยปลอดภัย

ในการปฏิบัติงานเกี่ยวกับรังสี จะมีค่าที่กำหนดโดยคณะกรรมาธิการระหว่างประเทศว่าด้วยการป้องกันอันตรายจากรังสี (International Commission on Radiological Protection; ICRP) ว่าผู้ปฏิบัติงานทางด้านรังสีสามารถรับปริมาณรังสีเท่าใดจึงจะจัดว่าอยู่ในระดับปลอดภัย หรือ Maximum Permisible Dose (MPD) โดยค่าไม่เกิน 10 μSv ต่อวัน[2]

ปริมาณรังสีที่ผู้ปฏิบัติงานได้รับ เมื่อฉีดสารเภสัชรังสีให้กับผู้ป่วย 1 ราย เมื่อไม่ใช้ syringe shield และใช้ syringe shield ทั้งสองชนิด โดยพบว่าเมื่อใช้ syringe shield ป้องกัน จะลดปริมาณรังสีที่บุคลากรจะได้รับมากกว่าร้อยละ 80 ไม่ว่า syringe shield จะทำจากทังสเกนหรือตะกั่วและประสิทธิภาพของตะกั่วจะดีกว่าทังสเตน ดังตารางที่ 2

เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณรังสีที่สามารถรับได้จากข้อกำหนดของ ICRP เมื่อใช้ความแรงรังสีของเทคนิเชียม- 99m ที่ความแรง 5 มิลลิคูรีเท่านั้น ที่ปริมาณรังสีไม่เกิน 10 μSv ต่อวัน แต่เมื่อความแรงรังสีของเทคนิเชียม- 99m 20 มิลลิคูรี ปริมาณรังสีที่ผู้ปฏิบัติงานได้รับจะมีค่าเกินกว่าข้อกำหนดของ ICRP

วิจารณ์

จากผลการทดสอบประสิทธิภาพการลดทอนรังสีของ syringe shield ทั้งสองชนิด เมื่อพิจารณาในภาพรวมทุกตำแหน่งพบว่า syringe shield ที่ทำจากตะกั่วสามารถใช้งานได้ดีและสามารถลดทอนปริมาณรังสีได้เทียบเท่าหรือดีกว่า syringe shield ที่ทำจากทังสเตน แต่เมื่อพิจารณาค่าปริมาณรังสีที่ทะลุผ่านออกมาในด้านต่าง ๆ ของ syringe shield พบว่าบริเวณตำแหน่งที่ 4 (ด้านปลายของ syringe) ค่าปริมาณรังสีที่อ่านได้จากเครื่อง pocket dosimeter จะมีค่าสูงกว่าด้านอื่น ๆ แต่ในการปฏิบัติงานจริงปริมาณรังสีที่บุคลากรผู้ปฏิบัติงานได้รับจาก syringe ในตำแหน่งที่ 1 ถึง 3 เท่านั้นที่จะทะลุผ่านมายังผู้ฉีดสารเภสัชรังสีโดยตรง เพราะในตำแหน่งที่ 4 จะเป็นด้านที่หันเข้าหาผู้ป่วยไม่ได้หันเข้าหาผู้ปฏิบัติงาน จึงนำค่าปริมาณรังสีที่วัดได้มาวิเคราะห์เฉพาะตำแหน่ง 1-3 เท่านั้น ซึ่งก็ยังพบว่า syringe shield ทั้งสองชนิดสามารถลดทอนปริมาณรังสีได้และ syringe shield ที่ทำจากตะกั่วมีประสิทธิภาพสูงกว่า

ปริมาณรังสีที่วัดโดยเครื่อง pocket dosimeter จะใช้เวลาวัดเท่า ๆ กันคือ 5 นาที ซึ่งในการปฏิบัติงานจริง เวลาที่ใช้ในการฉีดสารเภสัชรังสีให้กับผู้ป่วยจะใช้ไม่ถึง 5 นาที อย่างไรก็ตามปริมาณรังสีที่ได้รับยังอยู่ในระดับที่ปลอดภัย เมื่อความแรงรังสีของเทคนิเชียม-99m ที่ใช้ไม่เกิน 5 มิลลิคูรี สำหรับความแรงรังสีที่เกิน 20 มิลลิคูรี พบว่าการใช้ syringe shield ทั้งสองชนิดเพียงอย่างเดียวยังไม่สามารถใช้ป้องกันอันตรายจากรังสีได้ ดังนั้นถ้าจะใช้ syringe shield เพื่อลดทอนปริมาณรังสีให้อยู่ในระดับที่ปลอดภัยจะต้องเพิ่มความหนาของตะกั่วและทังสเตนขึ้นอีก หรือเลือกใช้อุปกรณ์ดังกล่าวร่วมกันกับอุปกรณ์ป้องกันอันตรายจากรังสีชนิดอื่นร่วมด้วย เช่น ฉากตะกั่ว หรือถุงมือตะกั่ว หรือเพิ่มเทคนิคในการฉีดสารเภสัชรังสี เช่น ใช้ three way ร่วมในการฉีดสารเภสัชรังสีให้กับผู้ป่วยที่หาเส้นเลือดยาก และเพื่อเป็นการหันด้านท้ายของ syringe ออกจากตัวผู้ฉีด จึงจะสามารถลดทอนปริมาณรังสีให้อยู่ในระดับที่ปลอดภัย[3-5]

สรุป

อุปกรณ์ป้องกันอันตรายจากรังสีด้วยตะกั่วเหลือใช้มีประสิทธิภาพใกล้เคียงกับอุปกรณ์ป้องกันรังสีมาตรฐานที่ทำจากทังสเตน

เอกสารอ้างอิง

1. สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ. การป้องกันอันตรายจากรังสี ระดับ 2 . กรุงเทพมหานคร: คุรุสภาลาดพร้าว; 2546.
2. Valentin J. Radiation dose to patients from radiopharmaceuticals. Annals of the International Commission on Radiological Protection (IRCP) 1998; 28: 1-126.

3. Adam A. Nuclear Medicine Shielding and Dosimetry. Available from: URL: http://depts.washington.edu/uwmip/
4. Whitby M, Martin CJ. Investigation using an advanced extremity gamma instrumentation system of options for shielding the hand during the preparation and injection of radiopharmaceuticals (electronic journal). J Radiol Prot 2003; 23: 79-96.
5. Paul F. Can lead protect us from radiation because of its density. Available from: URL: http://www.hps.org plubic-information/ate/q44.html.