

อุปกรณ์ลดทอนรังสีเอ็กซจากเส้นใย

นาโนเคลือบด้วยแบไรต์

Radiation shielding made from
barium sulfate coated nano-fiber sheets

■ ถวินันท์ จีปราบนันท์^{1*}
Thawinan Chiprabnan^{1*}

อุทุมมา มัชชะเนมี^{1*}
Utumma Maghanemi^{1*}

¹ ภาควิชารังสีเทคนิค คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่
* ผู้รับผิดชอบบทความ

Abstract

The radiation protection in radio-diagnosis based on principles of minimal doses for maximum benefit (ALARA, As Low As Reasonable Achievable). There are 3 methods to protect the radiation, minimize the working time, maximize the distance between the workers and radiation source and use of radiation shielding equipment. This research aims to produce X-ray shielding with flexible materials to create various type of radiation protection equipment. The fibers are produced by Electro-spinning process made from Polyvinylidene fluoride (PVDF) for 2 hours to get 50 μm thickness fiber. After cutting the fiber sheets to the size 10x10 cm^2 and coated with Barite, the final average thickness are 200 μm . The uniformity of the Barite coated on the nano-sheets was tested by radiography and the coefficient of variation of the film densities. The percentage attenuation of radiation through each barite coated nano-sheet were measured at the voltage 60, 70, 80, 90, 100, 110 and 120 kVp and mass attenuation coefficient of barite coated nano-fiber sheets were tested at the same exposure techniques. In this research, we produced 18 validated nano-fibers. The results showed the uniformity of barite coated nano-fiber sheets with average percentage coefficient of variation 0.96 percent. Results of measurement of percentage attenuation of radiation through each barite coated nano-sheet overlapping of 18 sheets were 99.38, 99.05, 99.03, 98.50, 97.99, 96.65 and 95.60, respectively. Results of coefficient of mass attenuation tended to decrease at various energy levels were 10.79, 10.71, 10.24, 9.75, 9.36, 8.44, and 8.49 cm^2g^{-1} , respectively. In conclusion, barite coated nano-fibers sheets in this study are effective in preventing X-rays at various energy levels in radio-diagnosis. It can be utilized in the manufacture of radiation protection equipment both for primary and secondary beam.

Keywords : radiation shielding, barium sulfate, nano-fiber

บทคัดย่อ

การป้องกันอันตรายจากรังสีในงานรังสีวินิจฉัยยึดหลักการใช้ปริมาณรังสีน้อยที่สุดให้เกิดประโยชน์สูงสุด (ALARA, As Low As Reasonably Achievable) โดยมีวิธีปฏิบัติ 3 วิธี คือ การใช้เวลาในการปฏิบัติงานให้น้อยที่สุด การควบคุมระยะห่างระหว่างผู้ปฏิบัติงานกับต้นกำเนิดรังสีให้มากที่สุดและการใช้อุปกรณ์กำบังรังสี งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อผลิตวัสดุกันรังสีเอ็กซ์แบบอ่อนตัวได้ สำหรับใช้ผลิตอุปกรณ์กำบังรังสีแบบต่างๆ วิธีการศึกษาใช้เทคนิคการปั่นเส้นใยด้วยไฟฟ้าสถิต (Electrospinning process) ผลิตเส้นใยจากโพลีไวนิลิดีนฟลูออไรด์ (Polyvinylidene fluoride , PVDF) เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ความหนาแน่นเส้นใยนาโนที่ได้เท่ากับ 50 ไมโครเมตร ตัดแผ่นเส้นใยให้มีขนาด 10×10 ตารางเซนติเมตร และเคลือบด้วยแบเรียมได้ความหนาโดยเฉลี่ย 200 ไมโครเมตร จากนั้นทดสอบคุณสมบัติของวัสดุโดยทดสอบความสม่ำเสมอของแบเรียมที่เคลือบลงบนแผ่นเส้นใยนาโนด้วยการถ่ายภาพรังสีแล้วหาสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน วัดค่าร้อยละการลดทอนรังสีปฐมภูมิของแผ่นเส้นใยนาโนไฟเบอร์เคลือบแบเรียมที่ซ้อนทับกันซึ่งกำหนดให้ค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า 60, 70, 80, 90, 100, 110 และ 120 kVp และศึกษาสัมประสิทธิ์การลดทอนเชิงมวลของแผ่นนาโนเคลือบแบเรียม ที่ความต่างศักย์ไฟฟ้า 60, 70, 80, 90, 100, 110 และ 120 kVp ในงานวิจัยนี้ผลิตแผ่นเส้นใยนาโน 18 แผ่น ผลการศึกษาความสม่ำเสมอของแบเรียมที่เคลือบบนเส้นใยนาโนแต่ละแผ่นให้ค่าร้อยละสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 0.96 ผลการศึกษาร้อยละการลดทอนรังสีปฐมภูมิของแผ่นเส้นใยนาโนไฟเบอร์เคลือบแบเรียมที่ซ้อนทับ 18 แผ่นที่ความต่างศักย์ไฟฟ้า 60, 70, 80, 90, 100, 110 และ 120 kVp มีค่าเท่ากับ 99.38, 99.05, 99.03, 98.50, 97.99, 96.65 และ 95.60 ตามลำดับและผลการศึกษาสัมประสิทธิ์การลดทอนเชิงมวลที่ความต่างศักย์ไฟฟ้ามามีค่าเท่ากับ 10.79, 10.71, 10.24, 9.75, 9.36, 8.44 และ 8.49 เซนติเมตร² กรัม⁻¹ ตามลำดับ สรุปได้ว่า วัสดุกันรังสีเอ็กซ์จากเส้นใยนาโนเคลือบด้วยแบเรียมมีประสิทธิภาพในการป้องกันรังสีเอ็กซ์ที่ระดับพลังงานต่างๆ ในงานรังสีวินิจฉัย สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการผลิตอุปกรณ์ป้องกันอันตรายจากรังสีปฐมภูมิและทุติยภูมิได้

คำรหัส : อุปกรณ์กำบังรังสี แบเรียม เส้นใยนาโน

บทนำ

จากหลักการป้องกันรังสีโดยยึดหลักการใช้ปริมาณรังสีน้อยที่สุดให้เกิดประโยชน์สูงสุด, ALARA (As Low As Reasonably Achievable)^{1,2,3} สามารถลดทอนรังสีได้ 3 วิธี คือ

- 1) ควบคุมเวลาปฏิบัติงานกับรังสี โดยใช้ระยะเวลาให้น้อยที่สุด
- 2) การควบคุมระยะห่างระหว่างผู้ปฏิบัติงานกับต้นกำเนิดรังสี ถ้าระยะห่างเพิ่มขึ้นปริมาณรังสีที่ได้รับจะลดลง
- 3) การกำบังรังสี ในกรณีที่ไม่สามารถลดเวลาทำงานลงได้ และจำเป็นต้องอยู่ใกล้แหล่งกำเนิดรังสี ผู้ปฏิบัติงานสามารถลดระดับรังสีลงได้โดยใช้วัสดุกำบังรังสี

ซึ่งในงานรังสีวินิจฉัยส่วนใหญ่ใช้ในการลดรังสีปฐมภูมิของอวัยวะที่อยู่ในลำรังสีแต่ไม่เกี่ยวข้องกับการวินิจฉัย เช่น การบังอวัยวะสืบพันธุ์ในการถ่ายภาพสะโพก การลดปริมาณรังสีเอ็กซ์ที่เลนส์ตาในการทำเอกซเรย์คอมพิวเตอร์สมอง Mukundan และคณะ⁴ วัดปริมาณรังสีที่เข้าตาและเลนส์ตาจากการตรวจเอกซเรย์คอมพิวเตอร์สมองโดยใช้และไม่ใช้อุปกรณ์ป้องกันรังสีที่ทำจากบิสมาท 1.7 g Bi/cm² ซึ่งเทียบเท่ากับตะกั่ว 0.45 mg/cm² ใช้ตัวนับวัดรังสีชนิด MOSFET ในหุ่นจำลองสมมูลเนื้อเยื่อเทียบเท่าเด็กอายุ 5 ปี ใช้เทคนิค Axial head protocol ที่

เทคนิคความต่างศักย์ไฟฟ้า 140 kVp 140 mAs และ เทคนิค Helical craniofacial protocol กำหนดให้กระแสหลอดคองที่ 170 mAs แต่เปลี่ยนค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า 100, 120 และ 140 kVp ตามลำดับ พบว่าสามารถลดปริมาณรังสีได้มากที่สุดที่เข้าตา ร้อยละ 42 และที่เลนส์ตาร้อยละ 48 โดยไม่ทำให้เกิดสิ่งแปลกปลอมรบกวนภาพที่ต้องการศึกษา เป็นต้น วัสดุกำบังรังสีโดยทั่วไปที่นิยมใช้คือตะกั่ว แต่ตะกั่วมีราคาแพงและเป็นอันตรายต่อร่างกาย ตลอดจนก่อให้เกิดมลพิษสู่สิ่งแวดล้อม ปัจจุบันองค์รณานาชาติด้านการป้องกันอันตรายจากรังสีพยายามรณรงค์การใช้วัสดุอื่นมาทดแทนการใช้ตะกั่ว แบเรียมจึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่น่าสนใจในการลดทอนรังสีเพราะเป็นวัสดุที่นำมาใช้ในการตรวจพิเศษทางรังสีของระบบทางเดินอาหารไม่เป็นพิษต่อร่างกาย หาง่ายและราคาถูกกว่า

ในการศึกษานี้ จึงมุ่งเน้นที่จะศึกษาถึงการผลิตและออกแบบอุปกรณ์ลดทอนรังสี ให้มีขนาดเล็ก ใช้งานง่ายและสะดวก โดยที่ลักษณะเด่นของอุปกรณ์ลดทอนรังสีนี้ใช้เทคโนโลยีการผลิตเส้นใยนาโนเคลือบด้วยแบเรียม เพื่อเป็นอุปกรณ์ลดทอนรังสีเอ็กซ์ที่อวัยวะสำคัญในการตรวจทางรังสีวินิจฉัยต่อไป

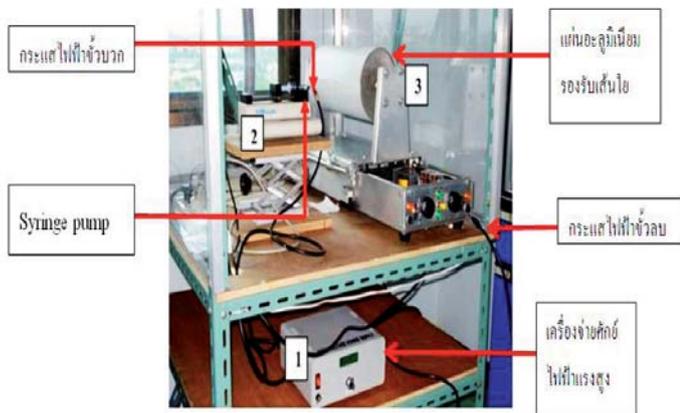
วัตถุประสงค์

เพื่อผลิตอุปกรณ์ลดทอนรังสีเอกซ์โดยใช้แบเรียมเคลือบบนเส้นใยที่ผลิตโดยนาโนเทคโนโลยี

วิธีการศึกษา

1. การออกแบบอุปกรณ์ป้องกันรังสีโดยใช้แบเรียมเคลือบเส้นใยที่ใช้เทคโนโลยีการผลิตเส้นใยนาโนแบ่งการออกแบบดังนี้

1.1 ผลิตเส้นใยนาโนจากวิธีการอิเล็กโตรสปินนิง (Electro-spinning process) โดยใช้โพลีไวนิลิดีนฟลูออไรด์ (Polyvinylidene fluoride , PVDF) เป็นสารตั้งต้น ตั้งศักย์ไฟฟ้า 10 kV ให้ฉากรับหมุน 100 รอบ/นาที ตั้งอัตราการไหลของสาร 1 มิลลิลิตร/ชั่วโมง ติดตั้งกระบอกฉีดยาให้เข็มขนาด 22 G วางห่าง จากฉากรับ 30 เซนติเมตร (รูปที่ 1) ใช้เวลาการผลิตเส้นใยนาโน 2 ชั่วโมง จะได้ความหนาของเส้นใยนาโน 50 ไมโครเมตร ออกแบบเส้นใยนาโนให้มีขนาด 10×10 ตารางเซนติเมตร เพื่อใช้เป็นวัสดุรองรับแบเรียม



รูปที่ 1 ชุดอุปกรณ์เครื่องปั่นเส้นใยด้วยไฟฟ้าสถิต
1 : เครื่องจ่ายศักย์ไฟฟ้าแรงสูง 2 : Syringe pump
3 : ฉากรับเส้นใย

1.2 ส่วนกัมมันตรังสีทำจากสารละลายแบเรียม โดยคำนวณปริมาณแบเรียมสูงสุดสามารถยึดเกาะบนวัสดุรองรับได้ร้อยละ 70 โดยการชั่ง PVA 0.3 กรัม ใส่ลงในน้ำกลั่น 9.7 กรัม กวนด้วยแท่งกวนแม่เหล็กพร้อมให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 80 °C จะได้เป็นสารละลายใส ตั้งทิ้งไว้ให้สารละลายมีอุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิห้อง จากนั้นชั่งสารแบเรียม 7 กรัม เติมน้ำในสารละลาย PVA เข้มข้นร้อยละ 3 โดยน้ำหนัก เติมน้ำ BV surfactant 2 หยด กวนเป็นเวลา 30 นาที จะได้สารแขวนลอยแบเรียม

1.3 เทสารแขวนลอยแบเรียมที่เตรียมไว้ลงบนแผ่นเส้นใยนาโน PVDF แล้วใช้แท่งแก้วเกลี่ยให้สารแขวนลอยกระจายตัวสม่ำเสมอบนผิวแผ่นนาโน นำไปตั้งทิ้งไว้ในตู้ดูดควัน 24 ชั่วโมง เพื่อระเหยตัวทำละลาย

1.4 ทำให้แห้งโดยการวางชิ้นงานที่เคลือบเสร็จแล้วในตู้ดูดควัน เป็นเวลา 1-2 วัน แล้วนำชิ้นงานออกมาตรวจสอบการแห้งสนิท

2. การทดสอบอุปกรณ์

2.1 ทดสอบความสม่ำเสมอของแบเรียมที่เคลือบบนเส้นใยนาโนโดยถ่ายภาพรังสี ตั้งค่าเทคนิคการถ่ายภาพจากเครื่องเอกซเรย์ทั่วไปที่ความต่างศักย์ไฟฟ้า 40 kVp กระแสหลอด 150 mA 0.012 sec วางชิ้นงานห่างจากหลอดเอกซเรย์ 100 เซนติเมตร จากนั้นนำภาพรังสีที่ได้มาวัดความดำทั้งหมด 100 จุด ด้วยเครื่องวัดความดำ แล้วนำค่าความดำที่ได้มาหาค่าเปอร์เซ็นต์สัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (CV)

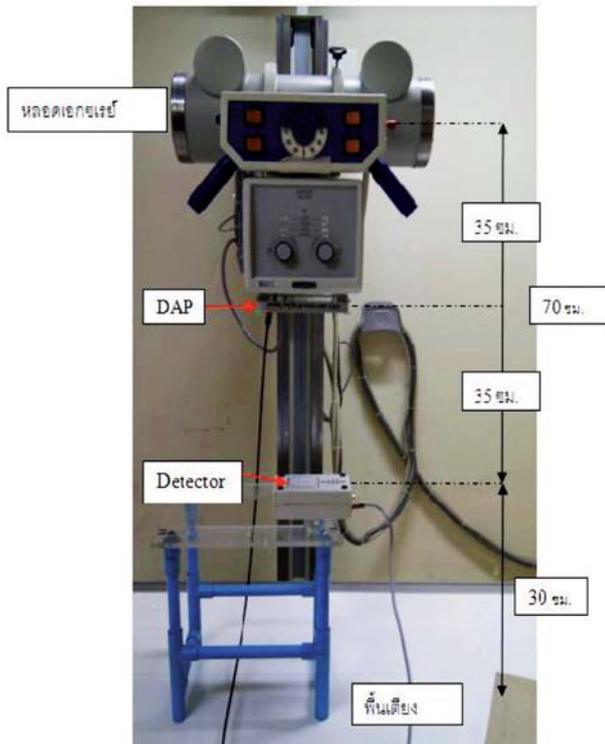
2.2 วัดค่าร้อยละการลดทอนรังสีปฐมภูมิของแผ่นเส้นใยนาโนไฟเบอร์เคลือบแบเรียม ทดลองโดยกำหนดให้ค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า 60, 70, 80, 90, 100, 110 และ 120 kVp กระแสหลอด 20 mAs โดยตั้งระยะจากแหล่งกำเนิดเอกซเรย์ถึงตัวนับวัดรังสี 70 เซนติเมตร วางแผ่นนาโนเคลือบแบเรียมซัลเฟตที่กลางระหว่างระยะจากแหล่งกำเนิดรังสีถึงตัวนับวัดรังสี (รูปที่ 2) ติดตั้ง DAP หน้าคอลลิเมเตอร์เพื่อควบคุมปริมาณรังสี เปิดพื้นที่รังสีเท่ากับพื้นที่รับรังสีของตัวนับวัดรังสี และวางตัวนับวัดรังสีห่างจากพื้นเตียงเอกซเรย์ 30 ซม. แล้วคำนวณค่าร้อยละการลดทอนรังสีจากสูตร

$$\text{ร้อยละการลดทอนรังสี} = \frac{(\text{ปริมาณรังสีขณะไม่มีอุปกรณ์กำบังรังสี} - \text{ปริมาณรังสีขณะมีอุปกรณ์กำบังรังสี}) \times 100}{\text{ปริมาณรังสีขณะไม่มีอุปกรณ์กำบังรังสี}}$$

จากนั้นตั้งเทคนิคเครื่องเอกซเรย์ที่ความต่างศักย์ไฟฟ้า 60, 70, 80, 90, 100, 110 และ 120 kVp กระแสหลอด 20 mAs บันทึกค่าปริมาณรังสีก่อนและหลังผ่านแผ่นนาโนเคลือบแบเรียมซัลเฟตที่ความหนา 200 ไมโครเมตร อ่านค่าปริมาณรังสีจากเครื่องวัดรังสี Victoreen Nero Max Model 8000 แล้วคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์ลดทอนเชิงมวลจากสูตร

$$\text{Mass attenuation coefficient} = \mu/p$$

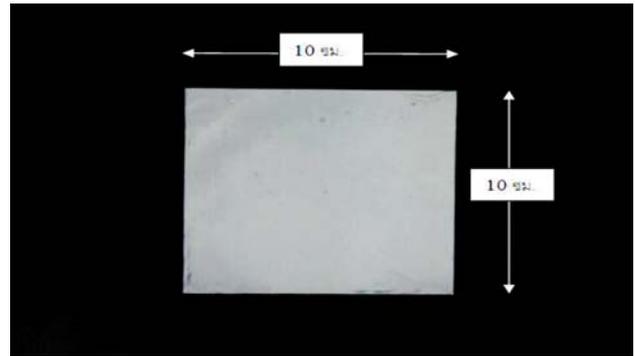
โดยที่ μ = สัมประสิทธิ์การลดทอนเชิงเส้น
 p = ความหนาแน่น



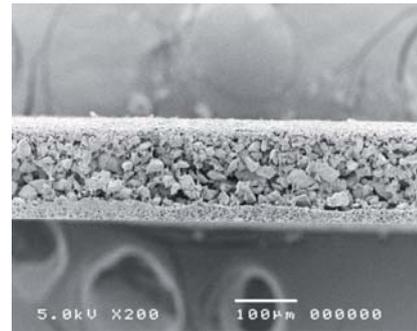
รูปที่ 2 การวัดปริมาณรังสีผ่านแผ่นนาโนเคลือบแบไรต์

ผลการศึกษา

ในการศึกษานี้ผลิตอุปกรณ์ลดทอนรังสีเอ็กซ์ที่ตรวจสอบความสมบูรณ์ของชิ้นงานแล้วได้จำนวน 18 แผ่น ขนาด 10×10 ตารางเซนติเมตร (รูปที่ 3) ความหนาเฉลี่ยแต่ละแผ่นประมาณ 200 ไมโครเมตร (รูปที่ 4) มีพื้นผิวเรียบ จากการทดสอบความสม่ำเสมอของแบไรต์บนแผ่นเส้นใยนาโนโดยการถ่ายภาพรังสีแต่ละแผ่นแล้ววัดค่าความดำบนภาพรังสีทั้งหมด 100 จุด พบว่าผลความสม่ำเสมอของแบไรต์ที่เคลือบบนเส้นใยนาโนแต่ละแผ่นให้ค่าร้อยละสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 0.96 (รูปที่ 5) ผลร้อยละการลดทอนรังสีปฐมภูมิของแผ่นเส้นใยนาโนไฟเบอร์เคลือบแบไรต์ที่ซ้อนทับ 18 แผ่นที่ความต่างศักย์ไฟฟ้า 60, 70, 80, 90, 100, 110 และ 120 kVp กระแสหลอด 20 mAs เท่ากับ 99.38, 99.05, 99.03, 98.50, 97.99, 96.65 และ 95.60 ตามลำดับ (รูปที่ 6) ผลการวัดค่าสัมประสิทธิ์การลดทอนเชิงมวลของแผ่นนาโนเคลือบแบไรต์ที่ความหนา 200 ไมโครเมตรที่ความต่างศักย์ไฟฟ้า 60, 70, 80, 90, 100, 110 และ 120 kVp กระแสหลอด 20 mAs มีค่าสัมประสิทธิ์การลดทอนเชิงมวลเท่ากับ 10.79, 10.71, 10.24, 9.75, 9.36, 8.44 และ 8.49 ตารางเซนติเมตร $^{-1}$ ตามลำดับ (รูปที่ 7)



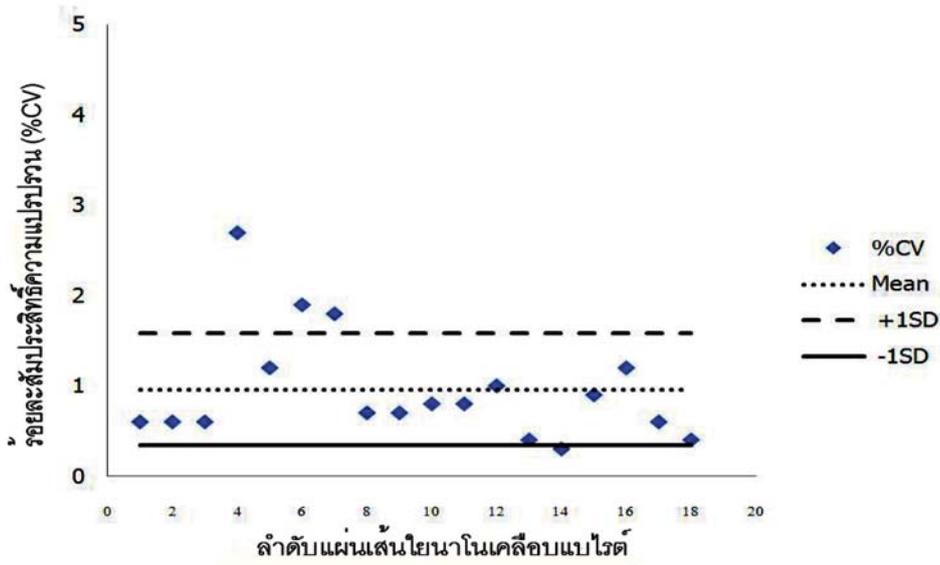
รูปที่ 3 แผ่นเส้นใยนาโนเคลือบแบไรต์



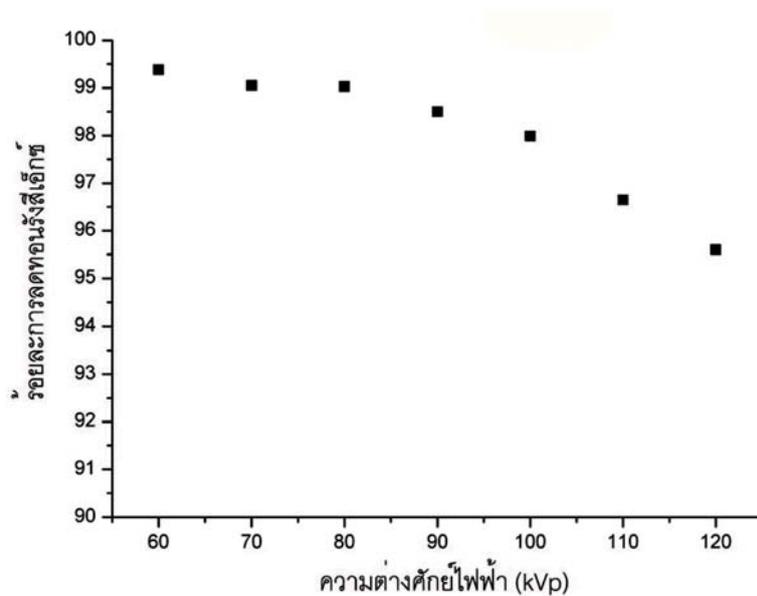
รูปที่ 4 ภาพตัดขวางของแผ่นนาโนเคลือบแบไรต์ส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนกำลังขยาย 200 เท่า

วิจารณ์ผลการศึกษา

อุปกรณ์ลดทอนรังสีเอ็กซ์ที่ผลิตขึ้นเพื่อลดทอนรังสีปฐมภูมิมีขนาดเล็กบาง น้ำหนักเบา ทำให้เคลื่อนย้ายหรือใช้ในการปฏิบัติงานได้สะดวก แต่อุปกรณ์นี้ยังมีข้อจำกัดคือไม่ทนต่อน้ำ เพราะวัสดุที่ใช้ในการเคลือบผิวบนเส้นใยนาโน คือ โพลีไวนิลแอลกอฮอล์ (Polyvinylalcohol) มีคุณสมบัติละลายได้ในน้ำ ความเข้มข้นของแบไรต์ที่ใช้ในการเคลือบสูงสุดที่สามารถผลิตได้คือร้อยละ 70 โดยน้ำหนัก ซึ่งเป็นความเข้มข้นสูงสุดที่สามารถผสมสารละลายต่างๆ เข้ากันได้และหลังเคลือบชั้นผิวของชิ้นงานที่แห้งไม่มีการแตกออกมาก แผ่นเส้นใยนาโนเคลือบแบไรต์ที่ใช้ในการทดลองมีจำนวน 18 แผ่น ซึ่งการประเมินเบื้องต้นลักษณะของแผ่นที่ไม่มีการแตกร้าวของแบไรต์และชิ้นงานไม่ฉีกขาด จากนั้นทดสอบความสม่ำเสมอของแผ่นเส้นใยนาโนเคลือบแบไรต์ โดยวัดจากค่าร้อยละสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนมีค่าอยู่ในช่วง 0-3 แสดงว่าแผ่น นาโนเคลือบแบไรต์ทุกแผ่นมีความสามารถในการลดทอนรังสีใกล้เคียงกันทุกแผ่น เมื่อนำแผ่นนาโนเคลือบแบไรต์ซ้อนทับกัน 18 แผ่นแล้วหาค่าร้อยละการลดทอนของปริมาณรังสีที่ความต่างศักย์ไฟฟ้า 60, 70, 80, 90, 100, 110 และ 120 kVp พบว่า การเพิ่มจำนวนชั้นที่มากขึ้นมีผลทำให้ปริมาณรังสีที่ผ่านแผ่นนาโนเคลือบแบไรต์ลดลง เนื่องจากพลังงานรังสีบางส่วนถูกดูดซับ และจากการศึกษาหาค่าร้อยละสัมประสิทธิ์ลดทอนเชิงมวลที่ความต่างศักย์ไฟฟ้า 60,



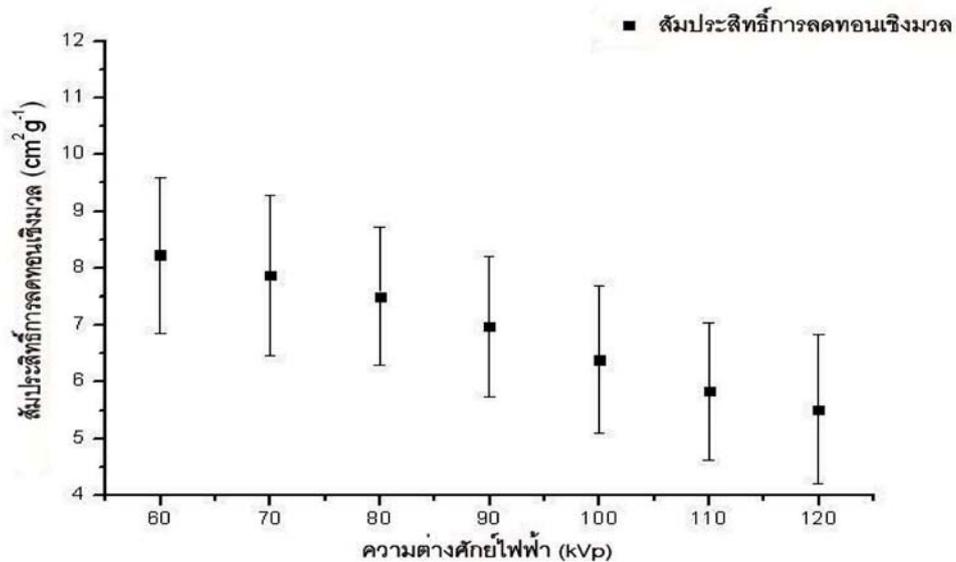
รูปที่ 5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนในแกน Y และลำดับแผ่นเส้นใยนาโนเคลือบแบโรไตในแกน X



รูปที่ 6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละการลดทอนรังสีเอ็กซ์ที่ผ่านเส้นใยนาโนเคลือบแบโรไตในแกน Y และความต่างศักย์ไฟฟ้าในแกน X

70, 80, 90, 100, 110 และ 120 kVp พบว่า ค่าร้อยละสัมประสิทธิ์ลดทอนเชิงมวลมีแนวโน้มลดลง เมื่อพลังงานรังสีเอ็กซ์มีค่าเพิ่มขึ้น จากงานวิจัยของ McLaghli และ Mooney⁵ ใช้บิสมาทเป็นวัสดุในการทดลองที่พลังงาน 120 kVp สามารถลดปริมาณรังสีที่ตาของผู้ป่วยจากการตรวจเอกซเรย์คอมพิวเตอร์สมองจาก 6 mGy ลดลงเหลือ 4.9 mGy และภาพรังสีที่ได้ไม่เกิดการรบกวนต่อภาพของสมองทำให้สามารถวินิจฉัยภาพได้ จะเห็นได้ว่าค่าการลดทอนรังสีของแผ่นนาโนเคลือบแบโรไตที่ผลิตนี้ครอบคลุมช่วงพลังงาน 120 kVp การลดทอนนี้เทียบกับตะกั่วเมื่อใช้พลัง

งานความต่างศักย์ไฟฟ้า 100 kVp ซึ่งตะกั่วมีความหนา 0.5 มิลลิเมตร สามารถกั้นรังสีเอ็กซ์ได้ร้อยละ 75 จากรูปที่ 6 เมื่อเทียบกับแผ่นนาโนเคลือบแบโรไตมีความหนา 1 มิลลิเมตร สามารถกั้นรังสีเอ็กซ์ได้ร้อยละ 76 แสดงว่า แผ่นนาโนเคลือบแบโรไตความหนา 1 มิลลิเมตร สามารถกั้นรังสีเอ็กซ์ได้ใกล้เคียงกับตะกั่ว 0.5 มิลลิเมตรที่ความต่างศักย์ไฟฟ้า 100 kVp แต่ต้องทำการศึกษาต่อไป เพื่อหาร้อยละที่เหมาะสมของการลดทอนที่ไม่มีผลต่อการวินิจฉัยจากภาพรังสี



รูปที่ 7 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างสัมประสิทธิ์การลดทอนเชิงมวล (cm²g⁻¹) ในแกน Y และความต่างศักย์ไฟฟ้า (kVp) ในแกน X

สรุปผลการศึกษา

อุปกรณ์กำบังรังสีนี้ผลิตจากเส้นใยนาโนเคลือบด้วยแบเรียมที่มีลักษณะเป็นแผ่นขนาด 10×10 ตารางเซนติเมตร มีความหนาเฉลี่ย 200 ไมโครเมตร แต่ละแผ่นมีความสม่ำเสมอของแบเรียมที่เคลือบโดยให้ค่าร้อยละสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 0.96 เมื่อซ้อนทับแผ่นนาโนเคลือบแบเรียมจำนวน 18 แผ่นมีค่าร้อยละการลดทอนรังสีที่ความต่างศักย์ไฟฟ้า 60, 70, 80, 90, 100, 110 และ 120 kVp เท่ากับ 99.38, 99.05, 99.03, 98.50, 97.99, 96.65 และ 95.60 ตามลำดับ พบว่าแผ่นนาโนเคลือบแบเรียมความหนา 1 มิลลิเมตร

สามารถกั้นรังสีเอกซ์ได้ใกล้เคียงกับตะกั่ว 0.5 มิลลิเมตร ที่ความต่างศักย์ไฟฟ้า 100 kVp จากการศึกษาค่าสัมประสิทธิ์การลดทอนเชิงมวลที่ความต่างศักย์ไฟฟ้า 60, 70, 80, 90, 100, 110 และ 120 kVp มีค่าเท่ากับ 10.79, 10.71, 10.24, 9.75, 9.36, 8.44 และ 8.49 ตารางเซนติเมตร²กรัม⁻¹ ตามลำดับ สรุปได้ว่าอุปกรณ์กำบังรังสีที่ผลิตจากเส้นใยนาโนเคลือบด้วยแบเรียมสามารถลดปริมาณรังสีได้ แต่ต้องทำการศึกษาต่อไปเพื่อหาร้อยละที่เหมาะสมของการลดทอนที่ไม่มีผลต่อการวินิจฉัยจากภาพรังสีที่ได้

เอกสารอ้างอิง

1. International Commission on Radiological Protection. Radiation Protection. The 2007 Recommendation of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 103. U.S.A: Elsevier, 2007.
2. Edwards M. Development of Radiation Protection Standards. 11th ed. Radiographics, 1991, p. 699-712.
3. Turner JE. Atoms, Radiation and Radiation Protection. U.S.A.; Oak Ridge National Laboratory. 1986. p.122-30.
4. Mukundan S, Wang PI, Frush DP, Yoshizumi T, Marcus J, Kloeblen E, *et al.* MOSFET Dosimetry for Radiation Dose Assessment of Bismuth Shielding of the Eye in Children. Am J Roentgenol, 2007; 188: 1648-50.
5. McLaughli DJ, Mooney RB. Dose Reduction to Radiosensitive Tissue in CT. Clin Radiol, 2004; 59: 446-50.