บทที่ 5

วิจารณ์ผลการทดลองและสรุป

อุปกรณ์กำบังรังสีสร้างขึ้นเพื่อลดทอนรังสีปฐมภูมิ มีขนาดเล็กบาง น้ำหนักเบา ทำให้เคลื่อนย้ายหรือใช้ในการปฏิบัติงานง่ายแต่อุปกรณ์นี้ยังมีข้อจำกัดคือไม่ทนต่อน้ำเพราะวัสดุที่ใช้ในการเคลือบผิวบนเส้นใยนาโนคือโพลีไวนิลแอลกอฮอล์ (Polyvinylalcohol) มีคุณสมบัติละลายได้ในน้ำ และขนาดของอุปกรณ์ 10×10 ตารางเซนติเมตร จึงเหมาะกับการกำบังรังสีแก่อวัยวะบางส่วน ดังเช่น ดวงตา เป็นต้น จากการส่องเส้นใยนาโนด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนจะเห็นได้ว่าลักษณะของเส้นใยมีขนาดใกล้เคียงกันจากการปั่นเส้นใยด้วยไฟฟ้าสถิตเป็นเวลา 2 ชั่วโมง พบว่ามีความหนา 50ไมโครเมตร มีความพรุนหรือมีช่องว่างระหว่างเส้นใยขนาดเล็ก เมื่อเคลือบด้วยแบเรียมซัลเฟตความหนาที่ได้ในแต่ละแผ่นมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 200ไมโครเมตร ความเข้มข้นของแบเรียมซัลเฟตที่ใช้ในการเคลือบสูงสุดที่สามารถผลิตได้คือร้อยละ 70 โดยน้ำหนัก ซึ่งเป็นความเข้มข้นสูงสุดที่สามารถผสมสารละลายต่างๆเข้ากันได้ดีและหลังเคลือบชั้นผิวของชิ้นงานที่แห้งไม่มีการแตกออกมา แผ่นเส้นใยนาโนเคลือบแบเรียมซัลเฟตที่ได้มีจำนวน 18 แผ่นจากการประเมินเบื้องต้นลักษณะของแผ่นที่ไม่มีการแตกร้าวของแบเรียมซัลเฟตและชิ้นงานไม่ฉีกขาด จากนั้นทดสอบความสม่ำเสมอของแผ่นเส้นใยนาโนเคลือบแบเรียมซัลเฟต โดยวัดจากค่าร้อยละสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนมีค่าอยู่ในช่วง 0.3 – 2.7 แสดงว่าแผ่นเส้นใยนาโนเคลือบแบเรียมซัลเฟตทุกแผ่นมีประสิทธิภาพในการลดทอนรังสีใกล้เคียงกันทุกแผ่น

จากการทดสอบการวัดสเปกตรัมรังสีเอ็กซ์ที่ 120 kVp จากกราฟจะเห็นได้ว่าเมื่อซ้อนทับแผ่นเส้นใยนาโนเคลือบแบเรียมซัลเฟตทีละชั้นจนถึง 18 ชั้น ค่าพลังงานรังสีเอ็กซ์ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงแต่มีการดูดซับรังสีเอ็กซ์ที่มีค่าพลังงานต่ำออกไป จากสเปกตรัมของรังสีเอ็กซ์ยิ่งเหมาะสมกับการนำมาใช้ในการป้องกันรังสีพลังงานต่ำที่เลนซ์ตา เนื่องจากพลังงานใช้ในการสร้างภาพที่เหมาะสมของเอกซเรย์คอมพิวเตอร์คือ รังสีพลังงานสูง (120 kVp)

จากการทดลองวัดปริมาณรังสีปฐมภูมิที่ผ่านเส้นใยนาโนเคลือบแบเรียมซัลเฟตที่ความต่างศักย์ไฟฟ้า 60, 70, 80, 90, 100, 110 และ 120 kVp กระแสหลอด 20 mAs พบว่าร้อยละการลดทอนรังสีมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อความหนาของแผ่นเส้นใยนาโนเคลือบแบเรียมซัลเฟตเพิ่มขึ้น และเมื่อซ้อนทับแผ่น 18 แผ่นหรือเท่ากับความหนา 3.60 มิลลิเมตร ร้อยละการลดทอนรังสีมีค่าเท่ากับ 99.38, 99.05, 99.03, 98.50, 97.99, 96.65 และ 95.60 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าที่ปริมาณโฟตอนแปรผกผันกับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ความหนาของตัวกลาง และแผ่นเส้นใยนาโนเคลือบแบเรียมซัลเฟตมีความสามารถในการลดทอนรังสีได้

จากการศึกษาหาค่าร้อยละสัมประสิทธิ์ลดทอนเชิงมวลที่ความต่างศักย์ไฟฟ้า 60, 70, 80, 90, 100, 110 และ 120 kVp กระแสหลอด 20 mAs ทดลองโดยการเพิ่มความหนาของแผ่นเส้นใยนาโนเคลือบแบเรียมซัลเฟตจาก 1 ชั้นจนถึง 18 ชั้น พบว่าค่าร้อยละสัมประสิทธิ์การลดทอนเชิงมวลมีแนวโน้มลดลงเมื่อพลังงานรังสีเอ็กซ์มีค่าเพิ่มขึ้นเพราะปริมาณโฟตอนเพิ่มขึ้นการทะลุทะลวงผ่านแผ่นนาโนเคลือบแบเรียมซัลเฟตจึงมีมากขึ้นทำให้ค่าร้อยละสัมประสิทธิ์การลดทอนเชิงมวลลดลง

จากการทดสอบอุปกรณ์กำบังรังสีจากการวัดปริมาณรังสีที่ผิวและแกนกลางของหุ่นจำลองศีรษะอะคริลิกพบว่าปริมาณรังสีที่ผิวของหุ่นจำลองเมื่อได้รับการกั้นรังสีด้วยแผ่นเส้นใยนาโนเคลือบแบเรียมซัลเฟต ซ้อนทับกันจำนวน 18 แผ่น สามารถลดปริมาณรังสีได้สูงสุดร้อยละ 73.58 และที่แกนกลางได้ร้อยละ 23.26 การที่ปริมาณรังสีที่ผิวลดได้สูงกว่าที่แกนกลางเนื่องจากหุ่นจำลองศีรษะมีลักษณะทรงกลมซึ่งบริเวณผิวที่อยู่ชิดกับอุปกรณ์กำบังรังสีสามารถดูดซับพลังงานรังสีส่วนหนึ่งไว้และมีความหนาของหุ่นจำลองศีรษะอะคริลิกเข้ามาเกี่ยวข้อง เมื่อเทียบกับที่แกนกลางซึ่งมีความหนาที่รังสีเอ็กซ์ผ่านภายในหุ่นจำลองเท่ากันทุกด้านยกเว้นบริเวณที่ถูกกำบังทำให้การลดทอนรังสีเอ็กซ์ลดน้อยกว่าบริเวณผิวของหุ่นจำลองศีรษะ จากการประเมินความหนาที่เหมาะสมของแผ่นเส้นใยนาโนเคลือบแบเรียมซัลเฟต โดยการวางแผ่นเส้นใยนาโนเคลือบแบเรียมซัลเฟตบนหุ่นจำลองสมมูลเนื้อเยื่อศีรษะแล้วเพิ่มความหนาทีละชั้นจนถึง 6 ชั้นแล้วสแกนด้วยเทคนิคเอกซเรย์คอมพิวเตอร์สมอง ซึ่งภาพรังสีที่ดีควรมองเห็นอวัยวะดังต่อไปนี้ เลนซ์ตา, กล้ามเนื้อInferior rectus, Superior rectus, Medial rectus, Lateral rectus, Superior Oblique และประสาทตา (Optic nerves) พบว่าความหนาที่เหมาะสมอยู่ที่ 3 แผ่นซ้อนทับกัน เพราะจากการประเมินเบื้องต้นของภาพรังสีไม่มีการรบกวนของภาพรังสีหรืออาร์ติแฟค(artifact) ภาพรังสีที่ได้เห็นบริเวณระหว่างขอบกระดูกศีรษะและแผ่นเส้นใยนาโนเคลือบแบเรียมซัลเฟต คือ ส่วนที่เทียบได้กับเนื้อเยื่อชั้นผิวหนัง เลนส์ตา และ ประสาทตาถึงแม้ว่าร้อยละการลดทอนรังสีที่ 3 แผ่นซ้อนทับกันจะมีค่าร้อยละ 35.37 ซึ่งน้อยกว่าการกั้นด้วยแผ่นเส้นใยนาโนเคลือบแบเรียมซัลเฟต 4 แผ่น แต่ภาพรังสีที่ใช้แผ่นเส้นใยนาโนเคลือบแบเรียมตั้งแต่ 4 แผ่นขึ้นไปจะเกิดการรบกวนของภาพรังสีซึ่งไม่สามารถนำไปวินิจฉัยต่อไปได้ ดังนั้นความเหมาะสมความหนาของแผ่นเส้นใยนาโนเคลือบแบเรียมซัลเฟตจึงอยู่ที่วางซ้อนทับกัน 3 แผ่น

จากการทดสอบเปรียบเทียบคุณภาพของภาพรังสีด้วยค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานโดยใช้หุ่นจำลองศีรษะแล้วสแกนซึ่งมีชุดแผ่นเส้นใยนาโนเคลือบแบเรียมซัลเฟตซ้อนทับกัน 3 แผ่น มี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จำนวน 6 ชุด ทำการสแกน 7 ครั้งคือก่อนกำบังและหลังกำบังรังสี พบว่า เมื่อใช้สถิติ t-test ทดสอบระหว่างค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานพบว่าไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ผลจากการวัดปริมาณรังสีเมื่อวางแผ่นเส้นใยนาโนเคลือบแบเรียมซัลเฟตซ้อนทับกันจาก 1 ชั้นจนถึง 3 ชั้นบนหุ่นจำลองอะคริลิกในการตรวจเครื่องเอกซเรย์คอมพิวเตอร์สมองของยี่ห้อSIEMEN SOMATOM พบว่าสามารถลดทอนรังสีจาก 6.07 เรินท์เก้น ลดลงเหลือ 4.33 เรินท์เก้น ที่บริเวณผิวของหุ่นจำลองศีรษะอะคริลิก เมื่อนำภาพรังสีทั้ง 6 ชุดวิเคราะห์ค่า PSNR ด้วยโปรแกรม MATLAB 7.0 ค่าที่ได้มีดังต่อไปนี้ 36.29, 34.15, 35.06, 36.15, 37.95และ 36.36 จากค่า PSNR หลังใช้แผ่นเส้นใยนาโนเคลือบแบเรียมซัลเฟตมีค่าไม่แตกต่างกันและค่าPSNRมีค่าสูงอยู่ในช่วงที่ให้คุณภาพของภาพที่ดีคือมากกว่า 30 dB และจากการเปรียบเทียบค่า ROIบริเวณดวงตาและบริเวณสมองจากภาพรังสีที่ไม่ได้กำบังและกำบังด้วยแผ่นเส้นใยนาโนเคลือบแบเรียมซัลเฟตซ้อนทับกัน 3 แผ่น โดยการใช้สถิติ t-test ทดสอบพบว่ามีค่าไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

สรุปได้ว่าอุปกรณ์กำบังรังสีนี้มีความสามารถลดทอนรังสีปฐมภูมิที่เลนซ์ตาได้ร้อยละ 35.37 (76.47 keV) ในการตรวจด้วยเครื่องเอกซเรย์คอมพิวเตอร์สมองโดยไม่มีผลกระทบต่อภาพรังสี จากงานวิจัยของ McLaghli และ Mooney [15] ใช้บิสมัทเป็นวัสดุในการทดลองที่พลังงาน 120 kVp สามารถลดปริมาณรังสีที่ตาของผู้ป่วยจากการตรวจเอกซเรย์คอมพิวเตอร์สมองจาก 6 mGy ลดลงเหลือ 4.9 mGy และภาพรังสีที่ได้ไม่เกิดการรบกวนต่อภาพของสมองทำให้สามารถวินิจฉัยภาพได้ จะเห็นได้ว่าค่าการลดทอนรังสีของแผ่นนาโนเคลือบแบเรียมซัลเฟตที่ผลิตนี้ครอบคลุมช่วงพลังงาน 120 kVp การลดทอนนี้เทียบกับตะกั่วเมื่อใช้พลังงานความต่างศักย์ไฟฟ้า 100 kVp ซึ่งตะกั่วมีความหนา 0.5 มิลลิเมตร สามารถกั้นรังสีเอ็กซ์ได้ร้อยละ 75 เมื่อเทียบกับแผ่นนาโนเคลือบแบเรียมซัลเฟตมีความหนา 1 มิลลิเมตร สามารถกั้นรังสีเอ็กซ์ได้ร้อยละ 76 แสดงว่าแผ่นนาโนเคลือบแบเรียมซัลเฟตที่ความหนา 1 มิลลิเมตร สามารถกั้นรังสีเอ็กซ์ได้ใกล้เคียงกับตะกั่ว 0.5 มิลลิเมตร ที่ความต่างศักย์ไฟฟ้า 100 kVp และหากสามารถพัฒนาวัสดุรองรับให้มีความหนาเพิ่มมากขึ้นโดยการใช้เวลาปั่นเส้นใยด้วยไฟฟ้าสถิตนานขึ้นจะสามารถเพิ่มความเข้มข้นของแบเรียมซัลเฟตได้มากขึ้น อาจจะทำให้อุปกรณ์มีประสิทธิภาพในการลดทอนรังสีที่เพิ่มมากขึ้นซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ในการป้องกันอันตรายจากรังสีทั้งปฐมภูมิและทุติยภูมิในงานรังสีวินิจฉัยอื่นๆได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved