

# สื่อการสอนบนเว็บ เรื่อง เทคนิคการสร้างภาพทางด้านเวชศาสตร์นิวเคลียร์

ภัสสุรีย์ ชีพสุมนต์<sup>a\*</sup>, ยุทธพล วิเชียรอินทร์<sup>b</sup> และนที อินา<sup>c</sup>

## Web-Based Instruction of Image Reconstruction Techniques in Nuclear Medicine

Patsuree Cheebsumon<sup>a\*</sup>, Yudthaphon Vichianin<sup>b</sup> and Natee Ina<sup>c</sup>

<sup>a</sup>ภาควิชารังสีเทคนิค คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร พิษณุโลก 65000

<sup>b</sup>ภาควิชารังสีเทคนิค คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยมหิดล กรุงเทพฯ 10700

<sup>c</sup>ภาควิชารังสีวิทยา คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ สงขลา 90110

<sup>a</sup>Department of Radiological Technology, Faculty of Allied Health Sciences, Naresuan University, Phisanulok 65000

<sup>b</sup>Department of Radiological Technology, Faculty of Medical Technology, Mahidol University, Bangkok 10700

<sup>c</sup>Department of Radiology, Faculty of Medicine, Prince of Songkla University, Songkla 90110

\*Corresponding author. E-Mail address: patsureec@nu.ac.th

Received: 28 March 2018; Accepted: 21 June 2018

### บทคัดย่อ

เทคโนโลยีด้านการศึกษามีบทบาทที่ช่วยให้การจัดการสอนเป็นไปตามสิ่งที่มุ่งหวังอย่างมีประสิทธิภาพ การบรรยายเนื้อหาของการสร้างภาพทางด้านเวชศาสตร์นิวเคลียร์เป็นหัวข้อที่ยากต่อการทำความเข้าใจของนิสิตสาขาวิชารังสีเทคนิค งานวิจัยนี้ใช้กระบวนการวิจัยและพัฒนาที่สัมพันธ์กับเป้าหมายของการเรียนรู้ ดังนั้น งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาสื่อการสอนบนเว็บ เรื่อง เทคนิคการสร้างภาพทางด้านเวชศาสตร์นิวเคลียร์ 2) ประเมินผลการพัฒนาสื่อการสอนโดยผู้เชี่ยวชาญ กลุ่มทดลองใช้ และ 3) ทดสอบความรู้เกี่ยวกับการสร้างภาพทางด้านเวชศาสตร์นิวเคลียร์ และศึกษาความพึงพอใจต่อสื่อการสอนของกลุ่มตัวอย่าง เมื่อเรียบเรียงเนื้อหาเป็นที่เรียบร้อยแล้ว ทำการประเมินความถูกต้องของเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน จากนั้นดำเนินการสร้างสื่อการสอนบนเว็บและนำไปทดลองกับกลุ่มทดลองใช้จำนวน 20 คน ปรับปรุงสื่อการสอนตามข้อเสนอแนะ จากนั้นประเมินการออกแบบโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน นอกจากนี้ เปรียบเทียบค่าคะแนนทดสอบก่อนและหลังการเรียนรู้จากสื่อ และประเมินความพึงพอใจต่อสื่อการสอนโดยกลุ่มตัวอย่างแบบสุ่ม จำนวน 45 คน ผลการศึกษา พบว่า สื่อการสอนที่พัฒนาขึ้นมีเนื้อหาเกี่ยวกับหลักการสร้างภาพของแต่ละอัลกอริทึมที่สนใจทางด้านเวชศาสตร์นิวเคลียร์ มีการแสดงภาพที่เกิดขึ้นจากการเลือกใช้พารามิเตอร์ที่แตกต่างกัน สามารถนำเสนอเนื้อหาได้ทั้งบนเครื่องคอมพิวเตอร์ และสมาร์ทโฟน สามารถปรับขนาดหน้าจอที่ใช้แบบอัตโนมัติอย่างเหมาะสม สำหรับผลประเมินการพัฒนาสื่อการสอน พบว่า ค่าเฉลี่ยความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาทั้งฉบับโดยผู้เชี่ยวชาญ เท่ากับ 0.89 และค่าเฉลี่ยความพึงพอใจต่อสื่อการสอนของกลุ่มทดลองใช้ที่มีค่ามากกว่า 3.93 นอกจากนี้ ค่าเฉลี่ยโดยรวมของการประเมินด้านการออกแบบและนำเสนอ เท่ากับ  $3.90 \pm 0.77$  และด้านการเข้าถึงและให้ข้อมูลมีค่าเฉลี่ยโดยรวม เท่ากับ  $4.05 \pm 0.80$  สำหรับค่าเฉลี่ยคะแนนทดสอบหลังการเรียนรู้จากสื่อของกลุ่มตัวอย่าง มีค่าที่สูงกว่าค่าเฉลี่ยก่อนการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.001$ ) และผลการประเมินความพึงพอใจต่อสื่อการสอนที่มีค่าเฉลี่ยโดยรวมด้านการนำเสนอ เท่ากับ  $3.74 \pm 0.73$  และค่าเฉลี่ยโดยรวมด้านเนื้อหาและการใช้งาน เท่ากับ  $3.67 \pm 0.79$  ที่อยู่ในระดับพึงพอใจมาก โดยสรุป กลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจต่อสื่อการสอนในระดับดี และมีค่าเฉลี่ยหลังการเรียนรู้ที่สูงกว่าค่าเฉลี่ยก่อนการเรียนรู้ ทั้งนี้ สื่อการสอนบนเว็บนี้สามารถช่วยให้เกิดความเข้าใจที่ถูกต้องง่ายขึ้น และนำมาใช้เป็นสื่อการเรียนรู้หนึ่งที่ทำให้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง

**คำสำคัญ:** สื่อการสอนบนเว็บ เทคนิคการสร้างภาพ เวชศาสตร์นิวเคลียร์

### Abstract

Educational technology is helping achieve a major goal of the course. In nuclear medicine, learning in theoretical explanation of image reconstruction is hard for radiological technology students. Design and development research was achieved a goal related to learning. The aims of this study were 1) to develop the web-based instruction of image reconstruction techniques in nuclear medicine 2) to evaluate the effectiveness of web-based instruction using experts and try-out, and 3) testing knowledge of image reconstruction techniques and user's opinion on this instruction were assessed. Three experts were evaluated after contents were completed. Twenty of try-out group were assessed before 3 design experts were performed, respectively. Learning scores before and after were compared in 45 subjects, and also user's opinions were evaluated. The results showed that web-based instruction consist of foundational interested algorithms in nuclear medicine, and images were reconstructed using various parameters. The instruction could see and automatically control the screen of the devices over desktop computer and smartphone. An average of content validity for scale was



0.89. An average satisfaction score of try-out was more than 3.93. In addition, average satisfaction score of design and presentation was  $3.90 \pm 0.77$ , and satisfaction score of access and information was  $4.05 \pm 0.80$ , respectively. Higher values of learning scores after were found ( $p < 0.001$ ). All user satisfaction scores had a good level. An average user satisfaction score of presentation was  $3.74 \pm 0.73$ , and user satisfaction score of content and application was  $3.67 \pm 0.79$ , respectively. In conclusion, there were a good level of user satisfaction, and higher value of learning scores after. Web-based instruction help to better understand the foundational theory. This could be used to provide learning material, and to enable self-learning.

**Keywords:** Web-Based Instruction, Image Reconstruction Technique, Nuclear Medicine

## บทนำ

ความก้าวหน้าของเทคโนโลยีด้านการศึกษาที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ทำให้เข้ามามีบทบาทที่สำคัญต่อกระบวนการจัดการเรียนการสอน โดยเฉพาะสื่อการสอนที่ช่วยจินตนาการให้เห็นภาพเสมือนจริงที่มีการผลิตขึ้นในหลากหลายของรูปแบบ และการนำเสนอในเครือข่ายอินเทอร์เน็ต อินทราเน็ต หรือซีดี ได้แก่ บทเรียนคอมพิวเตอร์บนเว็บ E-Learning และบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นต้น การเปลี่ยนแปลงรูปแบบการจัดการเรียนการสอนเพื่อให้ผู้เรียนเกิดทักษะการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษ 21 ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ยังสามารถทบทวนเนื้อหาจากบทเรียนได้ตลอดเวลา เกิดการเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง กระตุ้นการเรียนรู้ และความสนใจของผู้เรียนจากสื่อการสอนที่มีทั้งข้อความ รูปภาพ เสียง และภาพเคลื่อนไหว สอดคล้องกับหมวด 4 แนวการจัดการศึกษา (Office of the National Education Commission, 2010) ที่ต้องยึดหลักผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ ดังนั้น กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ

การสร้างภาพ (Image Reconstruction) ทางด้านเวชศาสตร์นิวเคลียร์ เป็นกระบวนการเพื่อให้ได้ภาพถ่ายทางรังสีวิทยาที่มีการบริหารสารเภสัชรังสีเข้าสู่ร่างกาย จากการกระจายตัวของสารเภสัชรังสีไปยังอวัยวะที่จำเพาะนั้น ๆ ด้วยเครื่องมือถ่ายภาพทางรังสี ได้แก่ Single Photon Emission Computed Tomography (SPECT) หรือ Positron Emission Tomography (PET) เป็นต้น ถึงแม้ว่าเทคนิคการเก็บข้อมูลทางรังสีของเครื่องมือทั้งสองชนิดจะแตกต่างกัน อย่างไรก็ตาม การสร้างภาพที่ได้จากการเก็บข้อมูลโดยรอบตัวผู้ป่วยอาศัยหลักการที่คล้ายคลึงกัน ได้แก่ เทคนิคการสร้างภาพแบบ Filtered Back Projection (FBP) และแบบ Iterative Method โดยเฉพาะแบบ Ordered Subset Expectation Maximization (OSEM) ซึ่งเป็นเทคนิคการสร้างภาพที่มีความสำคัญ และนิยมใช้ในด้านเวชศาสตร์นิวเคลียร์ (Bruyant, 2002; Vandenberghe et al., 2001) อย่างไรก็ตาม เทคนิคการสร้างภาพดังกล่าวเป็นกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่มีขั้นตอนซับซ้อนยากต่อการทำความเข้าใจ รวมทั้งต้องใช้จินตนาการเพื่อให้เห็นภาพที่ได้ภายหลังจากการเลือกรายละเอียดต่าง ๆ ของแต่ละเทคนิคการสร้างภาพ เช่น จำนวนของโปรเจคชัน (Projection) จำนวนวนรอบซ้ำของรอบหลัก (Iteration) และรอบย่อย (Subset) เป็นต้น ซึ่งจากผลการประเมินโดยผู้เรียนที่ผ่านมา พบว่า เนื้อหาเข้าใจยาก และส่วนใหญ่ผู้เรียนไม่สามารถจินตนาการภาพระหว่างการบรรยายอาจส่งผลต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน จากปัญหาดังกล่าวทำให้คณะผู้วิจัยมีความประสงค์ที่จะพัฒนาสื่อการสอนบนเว็บ เรื่อง เทคนิคการสร้างภาพทางด้านเวชศาสตร์นิวเคลียร์ เพื่อช่วยในการเรียนรู้เกี่ยวกับเนื้อหาที่เกี่ยวข้อง สำหรับนิสิตสาขาวิชารังสีเทคนิค มหาวิทยาลัยนเรศวร

## วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาสื่อการสอนบนเว็บ เรื่อง เทคนิคการสร้างภาพทางด้านเวชศาสตร์นิวเคลียร์
2. เพื่อประเมินผลการพัฒนาสื่อการสอนโดยผู้เชี่ยวชาญ และกลุ่มทดลองใช้
3. เพื่อทดสอบความรู้เกี่ยวกับการสร้างภาพทางด้านเวชศาสตร์นิวเคลียร์ และศึกษาความพึงพอใจต่อสื่อการสอนของกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนิสิตสาขาวิชารังสีเทคนิค

## วิธีดำเนินการวิจัย

โครงการวิจัยนี้ได้รับการรับรองเห็นชอบจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์เป็นที่เรียบร้อย และใช้กระบวนการวิจัยและพัฒนาที่สัมพันธ์กับการเรียนรู้เกี่ยวกับกระบวนการสร้างภาพทางด้านเวชศาสตร์นิวเคลียร์ สำหรับเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาวิจัย ได้แก่ 1) สื่อการสอนบนเว็บ เรื่อง เทคนิคการสร้างภาพทางด้านเวชศาสตร์นิวเคลียร์ 2) แบบประเมินความถูกต้องด้านเนื้อหา 3) แบบประเมินการออกแบบ 4) แบบทดสอบความรู้ในลักษณะ 4 ตัวเลือก โดยเลือกคำตอบที่ถูกต้องเพียงข้อเดียว จำนวน 10 ข้อ และ 5) แบบประเมินความพึงพอใจต่อสื่อการสอนของกลุ่มตัวอย่าง

ในขั้นตอนการพัฒนาสื่อการสอน กำหนดเนื้อหา ออกแบบและวิเคราะห์วิธีการนำเสนอ เขียนผังงานและสร้างสตอรี่บอร์ดที่กำหนดให้มีการนำเสนอในรูปแบบแอนิเมชันประกอบการบรรยายเนื้อหาของการสร้างภาพในแต่ละอัลกอริทึม (Algorithm) ได้แก่ Backprojection, Filtered Backprojection, Maximum Likelihood Expectation Maximization (MLEM) และ Ordered Subset Expectation Maximization (OSEM) การแสดงตัวอย่างภาพตั้งต้น ภาพที่ได้หลังจากเลือกใช้พารามิเตอร์ที่ต่างกัน ได้แก่ การเลือกใช้ข้อมูลนำเข้าของจำนวนโปรเจกชันที่ต่างกัน และการเลือกใช้จำนวนรอบซ้ำของรอบหลักและรอบย่อยที่ต่างกัน เป็นต้น นอกจากนี้ มีการแสดงแอนิเมชันของภาพตัวอย่างจากการเลือกใช้แต่ละตัวกรองสัญญาณทางคณิตศาสตร์อย่างง่ายในขั้นตอน Post-Processing และแอนิเมชันของกระบวนการเก็บข้อมูลจากเครื่อง SPECT

สำหรับขั้นตอนการประเมินผลการพัฒนาสื่อการสอน เมื่อเรียบเรียงเนื้อหาเป็นที่เรียบร้อยแล้ว ทำการประเมินความถูกต้องของเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน ที่มีค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหารายข้อ (Item Content Validity: I-CVI) มากกว่า 0.67 และค่าเฉลี่ยของความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาทั้งฉบับ (S-CVI/Ave) เท่ากับ 0.89 แสดงถึงเนื้อหา และแบบทดสอบสามารถนำไปใช้ได้ จากนั้นดำเนินการสร้างสื่อการสอนบนเว็บ และนำไปทดลองกับกลุ่มทดลองใช้ (Try Out) จำนวน 20 คน โดยพิจารณาถึงความเหมาะสมของภาพ ตัวอักษร การนำเสนอโปรแกรมการสร้างภาพที่ไ้กลุ่มทดลองใช้เป็นผู้กำหนดค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ที่สนใจในแต่ละชนิดของอัลกอริทึม พร้อมทั้งวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และแบบทดสอบที่มีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ เท่ากับ 0.36 ตามสูตร KR-20 ของ Kuder Richardson

เมื่อปรับปรุงรูปแบบการนำเสนอโปรแกรมการสร้างภาพในสื่อการสอนตามข้อเสนอแนะเสร็จสิ้น ทำการประเมินการออกแบบโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน พร้อมทั้งวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากนั้นนำไปทดสอบประสิทธิภาพสื่อการสอนโดยการเปรียบเทียบค่าคะแนนทดสอบก่อนและหลังการเรียนรู้จากสื่อ พร้อมทั้งวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบสถิติ t-test โดยกำหนดค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ  $p < 0.05$  และประเมินความพึงพอใจต่อสื่อการสอนโดยกลุ่มตัวอย่างแบบสุ่มของนิสิตสาขาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยรัตนนคร จำนวน 45 คน ทั้งนี้ แบบประเมินทั้งหมดให้ผู้เชี่ยวชาญประเมิน และปรับปรุงตามคำแนะนำ นอกจากนี้ คะแนนจากแบบประเมินใช้มาตรวัดแบบประมาณค่า (Rating Scale) ตามวิธีของ Likert 5 ระดับ นำผลคะแนนที่ได้หาค่าเฉลี่ย และแปลความหมายค่าเฉลี่ยตามเกณฑ์ ดังนี้

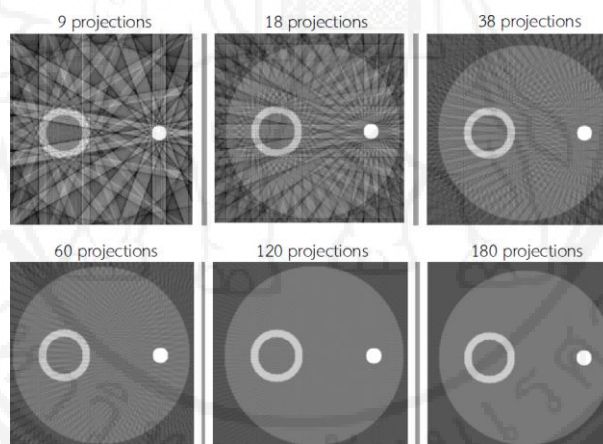
ตารางที่ 1 คะแนนจากแบบประเมินใช้มาตรวัดแบบประมาณค่า (Rating Scale) ตามวิธีของ Likert

| คะแนนเฉลี่ย | ระดับความพึงพอใจ |
|-------------|------------------|
| 4.50 - 5.00 | มากที่สุด        |
| 3.50 - 4.49 | มาก              |
| 2.50 - 3.49 | ปานกลาง          |
| 1.50 - 2.49 | น้อย             |
| 1.00 - 1.49 | ควรปรับปรุง      |



## ผลการวิจัย

สื่อการสอนบนเว็บ เรื่อง เทคนิคการสร้างภาพทางด้านเวชศาสตร์นิวเคลียร์ที่พัฒนาขึ้น สามารถนำเสนอได้ทั้งบนเครื่องคอมพิวเตอร์ และสมาร์ตโฟน ที่มีการปรับตามขนาดหน้าจอที่ใช้แบบอัตโนมัติอย่างเหมาะสม ทั้งในแนวตั้งและแนวนอน โดยเนื้อหาเน้นถึงหลักการสร้างภาพของแต่ละอัลกอริทึมที่สนใจ และภาพที่เกิดขึ้นจากการเลือกใช้พารามิเตอร์ที่แตกต่างกัน สำหรับผลการประเมินการพัฒนาสื่อการสอน เมื่อนำสื่อการสอนไปทดลองกับกลุ่มทดลองใช้ จำนวน 20 คน พบว่า ภาพ ตัวอักษร และความสวยงามของเว็บไซต์มีความเหมาะสมดี โดยภาพรวมความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ที่มีค่าเฉลี่ยมากกว่า 3.93 ดังตารางที่ 2 อย่างไรก็ตาม มีข้อเสนอแนะที่คณะผู้วิจัยควรเป็นผู้กำหนดค่าพารามิเตอร์ของโปรแกรมการสร้างภาพที่อาจนำไปสร้างเป็นแอนิเมชันหรือภาพ เพื่อให้สามารถเรียนรู้ตามสิ่งที่มุ่งหวัง และไม่เสียเวลารอการประมวลผลของโปรแกรม ซึ่งคณะผู้วิจัยปรับปรุงแบบการนำเสนอโดยสร้างแอนิเมชันแสดงขั้นตอนการสร้างภาพของแต่ละอัลกอริทึม และแอนิเมชันแสดงการเลือกใช้ Filter Post-Processing ที่แตกต่างกัน รวมทั้งสร้างภาพที่ได้จากการเลือกใช้พารามิเตอร์ที่แตกต่างกันตามสิ่งที่ต้องการให้เกิดการเรียนรู้ ได้แก่ สร้างภาพที่ได้จากการเก็บข้อมูลของจำนวน Projections ที่แตกต่างกัน ดังรูปที่ 1 เป็นต้น สำหรับผลการประเมินด้านการออกแบบและนำเสนอโดยผู้เชี่ยวชาญที่มีค่าเฉลี่ยโดยรวม เท่ากับ  $3.90 \pm 0.77$  และด้านการเข้าถึงและให้ข้อมูล ที่มีค่าเฉลี่ยโดยรวม เท่ากับ  $4.05 \pm 0.80$  นอกจากนี้ ค่าคะแนนทดสอบหลังการเรียนรู้จากสื่อของกลุ่มตัวอย่าง มีค่าที่สูงกว่าค่าเฉลี่ยก่อนการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.001$ ) ดังตารางที่ 3 และผลการประเมินความพึงพอใจต่อสื่อการสอนที่มีค่าเฉลี่ยโดยรวมด้านการนำเสนอ เท่ากับ  $3.74 \pm 0.73$  อยู่ในระดับพึงพอใจมาก และค่าเฉลี่ยโดยรวมด้านเนื้อหาและการใช้งาน เท่ากับ  $3.67 \pm 0.79$  ที่มีระดับพึงพอใจมาก ดังตารางที่ 4



รูปที่ 1 ภาพที่เกิดขึ้นจากการเก็บข้อมูลของจำนวน Projections ที่แตกต่างกันในเทคนิคการสร้างภาพแบบ Filtered Back Projection

ตารางที่ 2 ความพึงพอใจต่อสื่อการสอนในกลุ่มทดลองใช้

| รายการประเมิน   | ค่าเฉลี่ย       | ระดับความพึงพอใจ |
|---|-----------------|------------------|
| 1. ลำดับการนำเสนอเนื้อหาชัดเจน                        | $4.20 \pm 0.46$ | มาก              |
| 2. ภาพประกอบสอดคล้องกับ เนื้อหา และสื่อความหมายชัดเจน | $4.13 \pm 0.52$ | มาก              |
| 3. ความเหมาะสมของรูปแบบโปรแกรมการสร้างภาพ             | $3.93 \pm 0.80$ | มาก              |
| 4. ความเหมาะสมของแบบทดสอบ                             | $4.10 \pm 0.63$ | มาก              |
| 5. ความสวยงามของเว็บไซต์                              | $4.35 \pm 0.62$ | มาก              |

ตารางที่ 3 ค่าคะแนนทดสอบก่อนและหลังการเรียนรู้จากสื่อของกลุ่มตัวอย่าง

| การทดสอบ        | n  | คะแนนเต็ม | ค่าเฉลี่ย       | p-value   |
|-----------------|----|-----------|-----------------|-----------|
| ก่อนการเรียนรู้ | 45 | 10        | $5.20 \pm 1.69$ | $< 0.001$ |
| หลังการเรียนรู้ | 45 | 10        | $6.24 \pm 1.55$ |           |

ตารางที่ 4 ความพึงพอใจต่อสื่อการสอนของกลุ่มตัวอย่าง

| รายการประเมิน  | ค่าเฉลี่ย          | ระดับความพึงพอใจ |
|--|--------------------|------------------|
| <b>ด้านการนำเสนอ</b>   |                    |                  |
| 1. ความน่าสนใจของบทเรียนบนเว็บไซต์                           | 3.56 ± 0.66        | มาก              |
| 2. ความสะดวกของการเชื่อมโยงไปยังเว็บเพจของบทเรียน            | 3.71 ± 0.69        | มาก              |
| 3. ความเหมาะสมของการจัดวางตำแหน่งของรูปภาพ ข้อความ และกราฟิก | 3.78 ± 0.74        | มาก              |
| 4. ความสะดวกของการใช้งานเมนูของบทเรียนบนเว็บไซต์             | 3.80 ± 0.84        | มาก              |
| 5. ความเร็วในการแสดงภาพ ตัวอักษร และข้อมูลต่างๆ              | 3.80 ± 0.76        | มาก              |
| 6. ความเหมาะสมของสีตัวอักษร และพื้นหลัง                      | 3.82 ± 0.68        | มาก              |
| <b>โดยเฉลี่ย</b>   | <b>3.74 ± 0.73</b> | <b>มาก</b>       |
| <b>ด้านเนื้อหาและการใช้งาน</b>                               |                    |                  |
| 1. ภาษามีความกระชับ ชัดเจน เข้าใจง่าย                        | 3.56 ± 0.76        | มาก              |
| 2. ความน่าสนใจของเนื้อหา                                     | 3.51 ± 0.63        | มาก              |
| 3. ความเหมาะสม และความต่อเนื่องของการลำดับเนื้อหา            | 3.62 ± 0.81        | มาก              |
| 4. ความชัดเจน และเข้าใจง่ายของภาพประกอบ                      | 3.62 ± 0.89        | มาก              |
| 5. ความสอดคล้องของเนื้อหา และภาพ                             | 3.78 ± 0.77        | มาก              |
| 6. เนื้อหาช่วยทบทวนความรู้ให้เข้าใจได้                       | 3.89 ± 0.88        | มาก              |
| <b>โดยเฉลี่ย</b>   | <b>3.67 ± 0.79</b> | <b>มาก</b>       |

สำหรับข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้ ผู้เรียนอาจรู้สึกไม่สนุกต่อการเรียนรู้ของกระบวนการสร้างภาพทางคณิตศาสตร์ อย่างไรก็ตาม ผู้สอนควรเน้นให้ผู้เรียนเข้าใจถึงหลักการสร้างภาพที่มีการนำเสนอในรูปแบบแอนิเมชัน เพื่อให้ผู้เรียนสามารถประยุกต์ใช้พารามิเตอร์ที่แตกต่างกัน และสามารถนำไปศึกษาด้วยตนเอง นอกจากนี้ ความเร็วและความเสถียรในการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตอาจมีผลต่อความสนใจในการใช้งานสื่อการสอนนี้ เพื่อหลีกเลี่ยงความล่าช้าของการดาวน์โหลดข้อมูล

#### อภิปรายผลการวิจัย

สื่อการสอนบนเว็บ เรื่อง เทคนิคการสร้างภาพทางด้านเวชศาสตร์นิวเคลียร์ ที่มีเนื้อหาเน้นถึงหลักการสร้างภาพของอัลกอริทึมที่นิยมใช้ในงานเวชศาสตร์นิวเคลียร์ โดยในขั้นตอนการพัฒนาสื่อการสอนมีการออกแบบเนื้อหาทางทฤษฎีของรูปแบบการบรรยาย ที่มีสมการทางคณิตศาสตร์ที่ซับซ้อนยากต่อการทำความเข้าใจ และผู้เรียนรู้สึกเบื่อหน่ายต่อการเรียนรู้ ให้เป็นการนำเสนอในรูปแบบของแอนิเมชัน และภาพที่ได้จากการเลือกใช้อัลกอริทึม และพารามิเตอร์ที่แตกต่างกันไป ถึงแม้ว่าจะมีความต้องการให้เกิดกระบวนการคิดในการเลือกใช้อัลกอริทึมต่างๆ ของแต่ละอัลกอริทึมที่สนใจในแต่ละบุคคล อย่างไรก็ตาม ข้อจำกัดของระยะเวลาจากการสร้างภาพของแต่ละอัลกอริทึมตามสิ่งที่ต้องการให้เกิดการเรียนรู้ รวมทั้งความเร็วและความเสถียรของระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่มีการใช้งานพร้อมกัน และประสิทธิภาพการประมวลผลของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้ ทำให้ต้องปรับรูปแบบของการนำเสนอที่มีการบรรยายด้วยตัวอักษร และภาพที่เกิดขึ้นจากการเลือกใช้อัลกอริทึมตามที่กำหนด ซึ่งมีผลต่อความน่าสนใจของสื่อการสอนต่อผู้เรียน อย่างไรก็ตาม การพัฒนาสื่อการสอนบนเว็บช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามสิ่งที่มุ่งหวังในระยะเวลาที่เหมาะสมโดยไม่ขึ้นอยู่กับเวลาและสถานที่ และยังเป็นเครื่องมือที่ช่วยกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนให้สามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ตามทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษ 21 และนโยบายการจัดการศึกษา (Office of the National Education Commission, 2010) นอกจากนี้ ผลการประเมินความพึงพอใจต่อสื่อการสอนในภาพรวมอยู่ในระดับพึงพอใจมาก ที่มีค่าคะแนนทดสอบเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างหลังการเรียนรู้จากสื่อการสอนสูงกว่าคะแนนก่อนการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.001$ ) ซึ่งการพัฒนาสื่อการสอนบนเว็บนี้ ช่วยให้ผู้เรียนมีประสิทธิผลการเรียนรู้เพิ่มขึ้น เช่นเดียวกับการศึกษาที่ผ่านมา (Chailapo, Poksupphiboon and Sopa, 2016) ทำให้กล่าวได้ว่า การใช้สื่อการสอนนี้สามารถช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตาม



วัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ ตามคำที่กล่าวว่า “the pre-test-post-test design, used here for the purpose of research, is in itself a good way of focusing the students’ attention on the learning matter” (Ranade, 2006) อย่างไรก็ตาม เนื้อหาที่เน้นเฉพาะหัวข้อการสร้างภาพเพียงอย่างเดียวและไม่มีเสียงบรรยาย อาจส่งผลต่อความน่าสนใจของเนื้อหาที่มีค่าเฉลี่ยที่น้อยที่สุด ( $3.51 \pm 0.63$ ) ในการศึกษาครั้งถัดไป การพิจารณาถึงเนื้อหาที่ครอบคลุมทั้งเครื่องมือ และเทคนิค การตรวจของอวัยวะต่างๆ ก่อนการสร้างภาพถ่ายทางรังสี น่าจะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้เกี่ยวกับขั้นตอนการปฏิบัติงาน ด้านเวชศาสตร์นิวเคลียร์มากขึ้น

### สรุปผลการวิจัย

สื่อการสอนบนเว็บ เรื่อง เทคนิคการสร้างภาพทางด้านเวชศาสตร์นิวเคลียร์ที่พัฒนาขึ้น นำไปใช้ในการเรียนรู้หลักการ สร้างภาพของอัลกอริทึมที่นิยมใช้ในงานเวชศาสตร์นิวเคลียร์ ที่มีการนำเสนอในรูปแบบแอนิเมชันแสดงขั้นตอนการ สร้างภาพของแต่ละอัลกอริทึม แอนิเมชันแสดงการเลือกใช้ Filter Post-Processing ที่แตกต่างกัน และภาพที่ได้จากการ เลือกใช้พารามิเตอร์ที่แตกต่างกัน ทั้งในเครื่องคอมพิวเตอร์และสมาร์ทโฟน สำหรับผลการประเมินการพัฒนาสื่อการสอน ด้านการออกแบบและนำเสนอ ที่มีค่าเฉลี่ยโดยรวม เท่ากับ  $3.90 \pm 0.77$  และด้านการเข้าถึงและให้ข้อมูล ที่มีค่าเฉลี่ย โดยรวม เท่ากับ  $4.05 \pm 0.80$  นอกจากนี้ ผลการประเมินความพึงพอใจต่อสื่อการสอนด้านการนำเสนอ ที่มีค่าเฉลี่ย โดยรวม เท่ากับ  $3.74 \pm 0.73$  และค่าเฉลี่ยโดยรวมด้านเนื้อหาและการใช้งาน เท่ากับ  $3.67 \pm 0.79$  ที่มีระดับพึงพอใจ มาก ทั้งนี้ สื่อการสอนบนเว็บนี้สามารถนำมาใช้เป็นสื่อการเรียนรู้หนึ่ง ที่ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองต่อไป

### กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณกนกร ทันการ, ญัฐวรา บุรีพา และเพ็ญศิริ รักษาอยู่ ที่ช่วยเก็บรวบรวมข้อมูล และนิสิตสาขาวิชา รังสีเทคนิค คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวรทุกคน ที่ให้ความอนุเคราะห์การตอบคำถามและข้อเสนอแนะที่เป็น ประโยชน์ รวมทั้งสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติที่ให้ทุนสนับสนุนการทำวิจัย

### References

- Bruyant, P. P. (2002). Analytic and Iterative Reconstruction Algorithms in SPECT. *The Journal of Nuclear Medicine*, 43(10), 1343–1358.
- Chailapo, T., Poksuphiboon, A., & Sopa, P. (2016). Online Learning Media Development: Design for Interactive Media Production. *The Journal of Social Communication Innovation*, 4(2), 134–143.
- Office of the National Education Commission. (2010). *National Education Act, B.E. 2542 (Issue 2) B.E. 2545 and (Issue 3) B.E. 2553*. Bangkok: Office of the National Education Commission.
- Ranade, M. D. (2006). Development of CAI Presentations for Science Teaching and Overview of Research Findings. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 4(4), 763–789.
- Vandenberghe, S., D’Asseler, Y., Van de Walle, R., Kauppinen, T., Koole, M., Bouwens, L., Van Laere, K., Lemahieu, I., & Dierckx, R. A. (2001). Iterative Reconstruction Algorithms in Nuclear Medicine. *Computerized Medical Imaging and Graphics*, 25(2), 105–111.