

การพัฒนาหุ่นจำลองเต้านมสำหรับฝึกปฏิบัติทางคลินิกในการตรวจเอกซเรย์เต้านม

ธัญรัตน์ ชูศิลป์¹, ศรารัตน์ มหาสารานนท์², นันทวัฒน์ อูดี¹, สุมาลี ยับสันเทียะ¹, อาคม ทองโปร่ง³

¹ภาควิชารังสีเทคนิค คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

²ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

³ภาควิชาศิลปะและการออกแบบ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

The Development of Breast Phantom for Clinical Practice in Mammography

Thunyarat Chusin¹, Sararat Mahasaranon², Nuntawat Udee¹, Sumalee Yabsantia¹, Arkom Thongprong³

¹Department of Radiological Technology, Faculty of Allied Health Sciences, Naresuan University, Phitsanulok, Thailand.

²Department of Chemistry, Faculty of Science, Naresuan University, Phitsanulok, Thailand.

³Department of Art and Design, Faculty of Architecture, Naresuan University, Phitsanulok, Thailand.

หลักการและวัตถุประสงค์: เอกซเรย์เต้านมเป็นวิธีการตรวจเพื่อคัดกรองมะเร็งเต้านมที่ได้ผลดีวิธีหนึ่ง โดยนักรังสีเทคนิคเป็นผู้ที่มีบทบาทสำคัญในกระบวนการสร้างภาพเอกซเรย์ของเต้านม เพื่อให้ได้ภาพเอกซเรย์เต้านมที่มีคุณภาพสูง นักรังสีเทคนิคจำเป็นต้องเรียนรู้และฝึกปฏิบัติการจัดทำผู้ป่วยจนกระทั่งเกิดความชำนาญ ดังนั้นการศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างหุ่นจำลองเต้านมสำหรับใช้เป็นสื่อในการฝึกปฏิบัติการจัดทำถ่ายภาพเอกซเรย์เต้านม

วิธีการศึกษา: สร้างเนื้อเต้านมจากพอลิเมอร์เจลคุณภาพสูงซึ่งมีส่วนประกอบของสารละลายพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ (ความเข้มข้นร้อยละ 10 โดยน้ำหนัก) ปริมาณ 5 กรัม แป้งมันสำปะหลัง ปริมาณ 40 กรัม และสารละลายบอแรกซ์ (ความเข้มข้นร้อยละ 10 โดยน้ำหนัก) ปริมาณ 30 กรัม สำหรับลำตัวหุ่นจำลองพัฒนาโดยใช้น้ำยางธรรมชาติทำให้เป็นยางฟองน้ำด้วยกระบวนการดันลอย ผิวหุ่นจำลองเคลือบด้วยสูตรยางพาราสำหรับผลิตภัณฑ์มือยาง ชิ้นงานตัวอย่างจากสูตรยางสำหรับพัฒนาตัวและผิวหุ่นจำลองนำไปทดสอบสมบัติเชิงกล (ความต้านทานแรงดึง และการทนแรงฉีกของวัสดุ) ประเมินทัศนคติต่อหุ่นจำลองเต้านม โดยผู้ใช้งานจริงจำนวน 30 ราย

ผลการศึกษา: หุ่นจำลองเต้านมมีขนาดรอบอก รอบเอว และรอบสะโพก 38, 32 และ 38 นิ้ว ตามลำดับ เต้านมของหุ่นจำลองมีพยาธิสภาพจำลองจำนวน 3 ก้อน ผังอยู่ทางด้าน

Background and Objective: Mammography is an effective method for breast cancer screening. Radiological technologists (RTs) play a major role in breast imaging procedures. To obtain a high quality mammography image, RTs require instruction and practice in patient positioning to be a clinical expert. The purpose of this study was to produce a breast phantom to be instructional media used in practicing mammography positioning.

Materials and Methods: Breast tissue was produced by a high quality polymer gel formulation, which was a compound of 5 grams of polyvinyl alcohol solution (10 %w/w), 40 grams of cassava starch and 30 grams of borax solution (10%w/w). The phantom's body was developed using a natural latex rubber and a Dunlop process for the production of foam rubber. The phantom's skin was coated with a latex compound similar to that used in rubber gloves. These produced samples were measured the mechanical properties (tensile strength and tear strength). The instructional breast phantom was evaluated by thirty users.

Results: The breast phantom proportions were bust, waist and hip of 38, 32 and 38 inches, respectively. The breasts of the body phantom were mounted with three

*Corresponding author: ธัญรัตน์ ชูศิลป์ ภาควิชารังสีเทคนิค คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail : thunyaratc@nu.ac.th

ขวา ความต้านทานแรงดึงของสูตรยางพาราที่เลือกใช้มีค่าเท่ากับ 1.44×10^6 กิโลนิวตันต่อตารางเมตร และการทนแรงฉีกมีค่าเท่ากับ 5.43 กิโลนิวตันต่อเมตร ทศนคติของผู้ใช้งานต่อหุ่นจำลองอยู่ในเกณฑ์ดี (ค่าเฉลี่ย 4.16 และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.64)

สรุป: หุ่นจำลองเต้านมที่พัฒนาขึ้นสามารถใช้ฝึกปฏิบัติการจัดทำถ่ายภาพเอกซเรย์เต้านมได้ โดยทศนคติของผู้ใช้งานต่อหุ่นจำลองอยู่ในเกณฑ์ดี

ศรีนครินทร์เวชสาร 2559; 31 (2): 185-191. ♦ Srinagarind Med J 2016; 31 (2): 185-191.

บทนำ

มะเร็งเต้านม (breast cancer) เป็นมะเร็งที่พบมากและเป็นสาเหตุที่ทำให้ผู้หญิงไทยเสียชีวิตจากมะเร็งมากเป็นอันดับ 1 ในปัจจุบันเอกซเรย์เต้านมยังคงเป็นวิธีการตรวจเพื่อคัดกรองและวินิจฉัยโรคมะเร็งเต้านมในประเทศไทย โดยนักรังสีเทคนิคมีบทบาทที่สำคัญในการสร้างภาพของเต้านมให้มีคุณภาพเพียงพอสำหรับการวินิจฉัยโรคของแพทย์ ดังนั้นนักรังสีเทคนิคจะต้องเรียนรู้การใช้เครื่องมือสร้างภาพและการจัดทำผู้ป่วยอย่างถูกต้อง ตลอดจนได้รับการฝึกปฏิบัติให้สามารถทำการตรวจเอกซเรย์เต้านมได้ และสามารถวิเคราะห์คุณภาพของภาพเอกซเรย์เต้านมที่ดีได้¹ สาเหตุหลักของการถ่ายภาพเอกซเรย์เต้านมซ้ำส่วนใหญ่เกิดจากนักรังสีเทคนิคขาดความชำนาญในการจัดทำผู้ป่วย² ด้วยเหตุนี้จำเป็นอย่างยิ่งที่นักรังสีเทคนิคจะต้องผ่านการเรียนรู้และฝึกปฏิบัติการจัดทำผู้ป่วยจนกระทั่งเกิดความชำนาญเพื่อให้ภาพถ่ายรังสีมีคุณภาพและลดความเสี่ยงที่ผู้ป่วยจะได้รับปริมาณรังสีที่เพิ่มขึ้น ตลอดจนภาวะแทรกซ้อนจากการกดทับเต้านมเมื่อมีการถ่ายภาพเอกซเรย์ซ้ำ

เนื่องจากการเรียนการสอนถ่ายภาพเอกซเรย์เต้านมอาจไม่สามารถเรียนกับผู้ป่วยจริงได้ทั้งหมด เพราะความผิดพลาดของการฝึกหัดอาจส่งผลให้ผู้ป่วยได้รับรังสีโดยไม่จำเป็นในปัจจุบันจึงมีการผลิตสื่อต่างๆ เช่น มัลติมีเดีย และหุ่นจำลองชนิดต่างๆ ขึ้นเพื่อช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และฝึกปฏิบัติจากสิ่งที่เหมือนจริง และมีโอกาสทบทวนซ้ำได้ตามที่ต้องการ จึงทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองและช่วยให้กระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียนได้ผลดียิ่งขึ้น⁴⁻⁶ ปัจจุบันหุ่นจำลองฝึกจัดทำถ่ายภาพเอกซเรย์เต้านมที่มีใช้ในประเทศไทยมีราคาแพง เนื่องจากวัสดุที่ใช้ในการผลิตส่วนใหญ่เป็นวัสดุสังเคราะห์ เช่น ซิลิโคน (silicone) จึงทำให้มีต้นทุนในการผลิตสูง⁷ และเนื่องจากหุ่นจำลองในลักษณะ

simulated lesions on the right side. The tensile strength of the materials used was 1.44×10^6 kN/m² and the tear strength was 5.43 kN/m. The users responses were at good level (Mean = 4.16, SD = 0.64).

Conclusion: The developed breast phantom can be successfully used to enable practice in mammography positioning at good level of user responses.

ดังกล่าวยังไม่มีการผลิตเพื่อจำหน่ายในประเทศทำให้มีค่าใช้จ่ายในการขนส่งเพิ่มขึ้นกรณีซื้อจากต่างประเทศ ปัจจุบันหุ่นจำลองที่ใช้ในงานในสถานศึกษาบางแห่งยังมีความแตกต่างจากมนุษย์จริงทำให้ไม่สามารถใช้งานได้บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ ดังนั้นการศึกษาค้นคว้าจึงได้ทำการพัฒนาหุ่นจำลองเต้านมที่มีสัดส่วนเหมือนหญิงไทย เพื่อใช้เป็นสื่อสำหรับฝึกปฏิบัติการจัดทำถ่ายภาพเอกซเรย์เต้านมโดยใช้น้ำยางพาราเป็นส่วนประกอบในการสร้างหุ่นจำลองเนื่องจากน้ำยางพาราสามารถผลิตได้ภายในประเทศและราคาไม่แพง นอกจากนี้จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่า การนำน้ำยางพารามาผลิตเป็นสื่อและวัสดุทางการแพทย์ เช่น หุ่นจำลอง อวัยวะที่ใช้สำหรับการเรียนการสอนและถุงมือยางทางการแพทย์ประสบความสำเร็จเป็นอย่างมาก^{4-6,8,9}

วิธีการศึกษา

การศึกษานี้ได้ผ่านการรับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยนเรศวร เลขที่ IRB No.300/57 มีขั้นตอนในการศึกษาประกอบด้วย

ขั้นตอนที่ 1 การพัฒนาหุ่นจำลองเต้านม

ขั้นตอนที่ 2 การนำหุ่นจำลองเต้านมไปประเมินโดยกลุ่มผู้ใช้งาน

ขั้นตอนที่ 1 พัฒนาหุ่นจำลองเต้านม

1.1 ออกแบบหุ่นจำลองให้มีตั้งแต่ส่วนคอ ถึงสะโพกโดยใช้ข้อมูลสัดส่วนของหญิงไทยกลุ่มอายุ ระหว่าง 36-45 ปี จากผลการศึกษาด้วยเทคโนโลยี 3D Body Scanning ของสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.)¹⁰ และออกแบบเต้านมให้เหมาะแก่การนำไปใช้จัดทำถ่ายภาพเอกซเรย์เต้านม (รูปที่ 1(A)) โดยใช้ข้อมูลขนาดและรูปร่างเต้านมของหุ่นจำลอง Mammo Phantom (บริษัท

Supertechx-ray®)⁷ ซึ่งเป็นหุ่นจำลองสำหรับฝึกปฏิบัติการจัดทำถ่ายภาพเอกซเรย์เต้านม

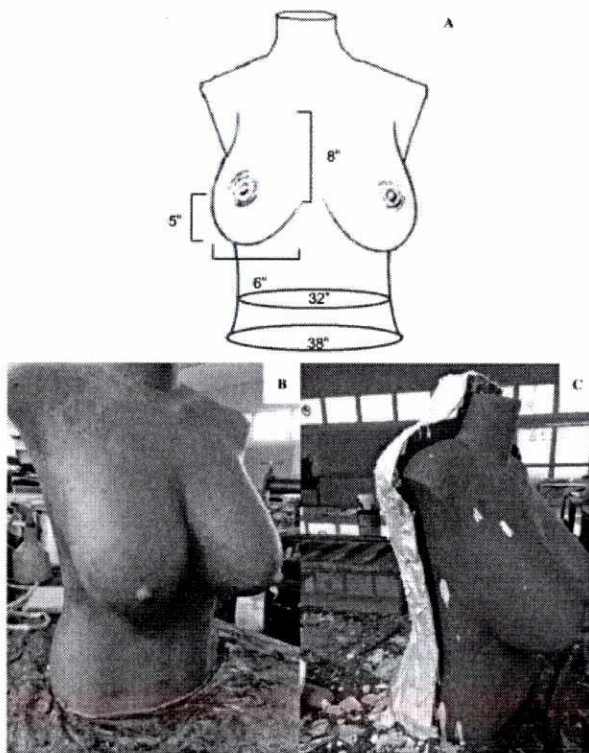
1.2 บันทึบทันแบบตามท่อนอกแบบด้วยดินเหนียว โดยผู้เชี่ยวชาญ (รูปที่ 1(B)) หลังตรวจสอบความถูกต้อง แล้วจึงนำมาถอดแบบเป็นแม่พิมพ์ปูนปลาสเตอร์แบบ 2 ด้าน (รูปที่ 1(C)) สำหรับใช้ในการหล่อเพื่อขึ้นรูปหุ่นจำลอง

1.3 คัดเลือกวัสดุที่นำมาใช้ในการพัฒนาเนื้อเต้านมหุ่นจำลอง โดยขั้นตอนการศึกษาได้มีการเตรียมพอลิเมอร์เจลจากพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ (polyvinyl alcohol, pva) กับแป้งมันสำปะหลัง (cassava starch) โดยมีบอแรกซ์ (borax) เป็นสารเชื่อมโยงโมเลกุลระหว่างสารตั้งต้นทั้งสอง เพื่อให้เกิดเป็นพอลิเมอร์ที่มีโครงร่างตาข่าย และมีหมู่ปลายสายโซ่โมเลกุลที่ชอบน้ำ (hydrophilic) ซึ่งจะทำให้เกิดเป็นเจลหนืดที่มีความยืดหยุ่น และนำมาปั้นเป็นรูปทรงต่างๆ ได้ จากนั้นเตรียมชิ้นงานสำหรับประเมิน โดยในขั้นตอนแรกเตรียมสารที่ใช้ให้เป็นสารละลายมีความเข้มข้นเป็นร้อยละโดยน้ำหนัก (weight by weight percentage, w/w%) ได้แก่ สารละลายพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ ความเข้มข้น 10% w/w และสารละลายบอแรกซ์ ความเข้มข้น 10% w/w จากนั้นนำสารละลาย

พอลิไวนิลแอลกอฮอล์ที่เตรียมไว้ ปริมาณ 5 กรัม มาผสมกับแป้งมันสำปะหลังในปริมาณที่แตกต่างกัน ได้แก่ 20, 30 และ 40 กรัม ตามลำดับ และนำไปผสมกับสารละลายบอแรกซ์ที่เตรียมไว้ในปริมาณที่แตกต่างกัน ได้แก่ 20 และ 30 กรัม เมื่อได้ชิ้นงานพอลิเมอร์เจลแล้วนำมาเก็บในสภาวะปิดที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 1 สัปดาห์ จากนั้นคัดเลือกชิ้นงานที่มีคุณลักษณะตามต้องการมากที่สุด โดยประเมินจากลักษณะทางกายภาพของพอลิเมอร์เจลที่มีความยืดหยุ่น คืนรูปได้ดีเมื่อได้รับแรงกระทำ และคงทนต่อสภาพการใช้งาน คือ ไม่เกิดรา และไม่เสียสภาพการเป็นพอลิเมอร์เจล

1.4 คัดเลือกต้นแบบนำไปพัฒนาหุ่นจำลอง โดยขั้นตอนการศึกษานี้ได้นำน้ำยางพาราธรรมชาติ (natural latex rubber) มาเป็นวัตถุดิบเพื่อทำเป็นยางฟองน้ำ โดยเลือกใช้เทคนิคการทำยางคงรูปด้วยกระบวนการดันลอย (dunlop process) ซึ่งมีการเตรียมชิ้นงานต้นแบบตัวอย่างละ 2 ชิ้น ในแม่พิมพ์ปูนปลาสเตอร์รูปทรงกระบอก ในขั้นตอนแรกเทสูตรยางฟองน้ำมาตรฐาน⁸ ที่มีการปรับสัดส่วนสารเคมีและสารเติมแต่งแล้วในแม่พิมพ์ให้มีความหนาประมาณ 3 มิลลิเมตร ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องให้โฟมยางแข็งตัว จากนั้นนำพอลิเมอร์เจลที่เตรียมด้วยสูตรที่ผ่านการคัดเลือกแล้วในขั้นตอนที่ 1.3 มาจัดวางในแม่พิมพ์ต่อจากนั้นเทสูตรยางฟองน้ำปิดทับ และนำแม่พิมพ์ไปอบที่อุณหภูมิ 90 – 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1.5 ชั่วโมงหรือจนกระทั่งชิ้นงานยางฟองน้ำสุก เมื่อครบกำหนดนำชิ้นงานออกจากแม่พิมพ์ และนำมาเคลือบผิวด้วยสูตรยางสำหรับผลิตถุงมือยาง⁹ ที่มีการปรับสัดส่วนสารเคมีแล้ว โดยใช้เทคนิคทำให้เกิดฟิล์มยางเคลือบบนผิวชิ้นงานในจำนวนชิ้นที่แตกต่างกัน คือ 1, 2 และ 3 ชิ้น และนำไปอบที่อุณหภูมิ 90 -100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1.5 ชั่วโมงหรือจนกระทั่งยางสุก จากนั้นนำชิ้นงานที่ได้ ดังรูปที่ 2 (A) ไปประเมินโดยกลุ่มตัวอย่าง คือ นักรังสีเทคนิคที่มีประสบการณ์ทำงานมากกว่า 1 ปี ณ โรงพยาบาลสวรรค์ประชารักษ์ และโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยนเรศวร จำนวน 10 คน โดยเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นแบบสอบถามที่มีข้อคำถามทั้งหมด 3 ข้อ แต่ละข้อมีเกณฑ์วัดทัศนคติ แบ่งเป็น 5 ระดับ ของลิเคอร์ท¹¹ จากนั้นคัดเลือกชิ้นงานต้นแบบที่จะนำไปพัฒนาหุ่นจำลองโดยพิจารณาจากผลการประเมิน

1.5 ทดสอบสมบัติเชิงกลของวัสดุ เพื่อประเมินความแข็งแรงและทนทานของวัสดุที่เลือกนำมาพัฒนาหุ่นจำลอง โดยมีการเตรียมชิ้นงานด้วยสูตรยางฟองน้ำซึ่งแบ่งเป็นชิ้นงานที่ไม่เคลือบผิวและเคลือบผิว 1 ชิ้นด้วยสูตรยางสำหรับผลิตถุงมือยาง ตัวอย่างละ 5 ชิ้นต่อการทดสอบ (รูปที่ 2 (B,C))



รูปที่ 1 แบบของหุ่นจำลองเต้านม (A) ต้นแบบที่ปั้นเสร็จเรียบร้อยแล้ว (B) การถอดแม่พิมพ์ปูนปลาสเตอร์แบบ 2 ซีก (C)

จากนั้นนำไปทดสอบหาค่าความต้านทานแรงดึง (Tensile Testing) และการทนแรงฉีก (Tear strength) ตามมาตรฐานการทดสอบวัสดุของ American Society for Testing and Materials (ASTM) D 412 และ D624-00

1.6 พัฒนาหุ่นจำลองโดยเตรียมสูตรยางฟองน้ำเทลงในแม่พิมพ์หุ่นจำลองปูนปลาสเตอร์ด้านหน้าบริเวณเต้านมให้มีความหนาประมาณ 3 มิลลิเมตร ทั้งไว้ที่อุณหภูมิตั้งจนกระทั่งโฟมยางแข็งตัว จากนั้นนำพอลิเมอร์เจลที่เตรียมเพื่อทำเนื้อเต้านมด้วยสูตรที่ผ่านการคัดเลือกแล้วมาจัดวางในเต้านมของแม่พิมพ์ทั้ง 2 ข้าง โดยใส่พยาธิสภาพจำลอง 2 ชนิดลงในเนื้อเต้านมข้างขวา ประกอบด้วย ถุงน้ำขนาด 3 เซนติเมตร และเนื้องอกขนาด 2.5 และ 5 เซนติเมตร ตามลำดับ จากนั้นเทสูตรยางฟองน้ำปิดทับบริเวณที่ใส่เนื้อนมรองจนโฟมยางเริ่มแข็งตัว จึงนำแม่พิมพ์ด้านหลังมาประกบกับแม่พิมพ์ด้านหน้า จากนั้นเทสูตรยางฟองน้ำจนเต็มแม่พิมพ์และทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องจนโฟมยางเริ่มแข็งตัว จึงนำแม่พิมพ์เข้าตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมงเพื่อให้ยางสุกและคงรูปมากขึ้น จากนั้นนำแม่พิมพ์ออกจากตู้อบลมและเปิดเอาหุ่นจำลองออกมาตากแห้งก่อนนำไปเคลือบผิวด้วยสูตรยางสำหรับผลิตถุงมือยาง โดยใช้เทคนิคทำให้เกิดฟิล์มยางเคลือบบนผิวหุ่นจำลองจำนวน 1 ชั้น รอจนฟิล์มยางเริ่มแข็งตัวจึงนำหุ่นจำลองไปอบที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1.5 ชั่วโมงหรือจนกระทั่งยางสุก เพื่อให้

หุ่นจำลองแห้ง จากนั้นนำมาตากแห้งรายละเอียดอีกครั้งก่อนนำไปประกอบกับชุดติดตั้งใช้งานที่มีล้อสำหรับเคลื่อนย้ายได้

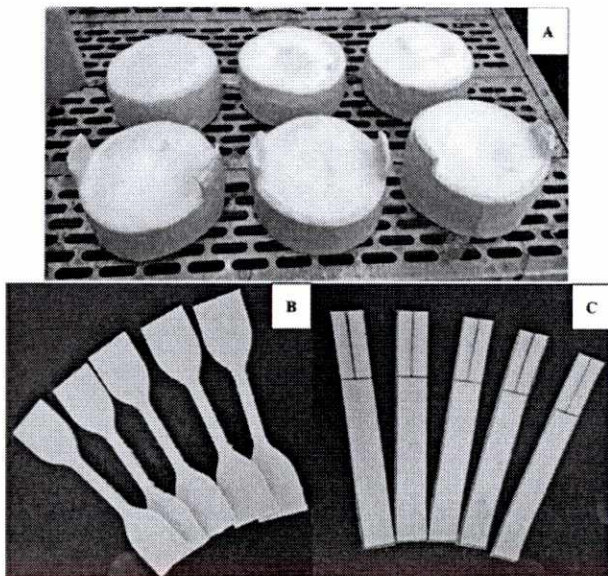
ขั้นตอนที่ 2 การนำหุ่นจำลองเต้านมไปประเมินโดยกลุ่มผู้ใช้งาน

คณะผู้วิจัยนำหุ่นจำลองไปใช้ประกอบการสาธิตและการฝึกปฏิบัติการจัดทำถ่ายภาพเอกซเรย์เต้านมในท่า Cranio-caudal view (CC) และ Mediolateral oblique view (MLO) ร่วมกับเครื่องเอกซเรย์เต้านม ณ โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยนเรศวร โดยกลุ่มตัวอย่างในการประเมิน คือ นิสิตรังสีเทคนิค ชั้นปีที่ 4 คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จำนวน 30 ราย โดยเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นแบบสอบถามที่มีข้อคำถามทั้งหมด 6 ข้อ แต่ละข้อมีเกณฑ์วัดทัศนคติ แบ่งเป็น 5 ระดับ ของลิเคิร์ต¹¹

ผลการศึกษา

1. วัสดุที่เลือกใช้

ผลการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของพอลิเมอร์เจลหลังทิ้งไว้ 1 สัปดาห์ (รูปที่ 3) พบว่าพอลิเมอร์เจลสูตรที่มีส่วนผสมของสารละลายบอแรกซ์ความเข้มข้น 10% w/w จำนวน 30 กรัม สารละลายพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ความเข้มข้น 10% w/w จำนวน 5 กรัม และแป้งมันสำปะหลัง 40 และ 30 กรัม เป็นชิ้นงานที่มีความยืดหยุ่นและคืนตัวที่ดีภายหลังการกดหรือบีบ นอกจากนี้ยังมีความคงสภาพสูงเนื่องจากการจับตัวเป็นก้อน ไม่ขึ้นรา และไม่เน่าเสีย ผลการคัดเลือกชิ้นงานที่เป็นต้นแบบในการพัฒนาหุ่นจำลอง (ตารางที่ 1) พบว่าชิ้นงานที่ได้ค่าคะแนนเฉลี่ยโดยรวมสูงสุดคือ สูตรพอลิเมอร์เจลที่มีส่วนผสมของสารละลายบอแรกซ์ 30 กรัม สารละลาย พอลิไวนิลแอลกอฮอล์ 5 กรัม แป้งมันสำปะหลัง 40 กรัม และเป็นชิ้นงานที่เคลือบผิวจำนวน 1 ชั้น คณะผู้วิจัยจึงเลือกชิ้นงานดังกล่าวเป็นต้นแบบในการพัฒนาหุ่นจำลอง ผลการศึกษาคู่สมบัตินี้เชิงกลของชิ้นงานตัวอย่าง (ตารางที่ 2) พบว่า ความแข็งแรงและทนทานของวัสดุที่นำมาพัฒนาหุ่นจำลอง ซึ่งแสดงเป็นค่าความทนแรงดึง (stress at break) ณ จุดขาด ระยะที่ยืดออก ณ จุดขาด (strain at break) ความสามารถในการยืดหยุ่น ณ จุดขาด (modulus at break) และความต้านทานแรงฉีก (tear strength) ของชิ้นงานที่ได้ จากการทดสอบแสดงให้เห็นว่าชิ้นงานที่เคลือบผิวมีค่าต่าง ๆ สูงกว่าชิ้นงานที่ไม่เคลือบผิว



รูปที่ 2 ชิ้นงานที่ใช้คัดเลือกต้นแบบนำไปพัฒนาหุ่นจำลองเต้านม (A) และชิ้นงานที่เตรียมทดสอบความต้านทานแรงดึง (B) และความทนแรงฉีกขาด (C)

ตารางที่ 1 ระดับทัศนคติของผู้ประเมินต่อชิ้นงานทดสอบที่นำไปเป็นต้นแบบประดิษฐ์หุ่นจำลอง (n=10)

คุณสมบัติของชิ้นงาน	ค่าเฉลี่ย $\pm$ SD	การแปลผล	ระดับทัศนคติ จำนวน (ร้อยละ)				
			5	4	3	2	1
1. ความเหมือนจริงของกายวิภาค	4.30 $\pm$ 0.67	ดี	4 (40.0)	5 (50.0)	1 (10.0)	0	0
2. ความเหมือนจริงของผิวสัมผัส	3.80 $\pm$ 0.42	ดี	0	8 (80.0)	2 (20.0)	0	0
3. ความเหมือนจริงของการเคลื่อนไหว	4.20 $\pm$ 0.42	ดี	2 (20.0)	8 (80.0)	0	0	0

ระดับทัศนคติ 5 มากที่สุด, 4 มาก, 3 ปานกลาง, 2 พอใช้, 1 ควรปรับปรุง
การแปลผลคะแนนเฉลี่ย ดีมาก (4.51-5.00 คะแนน) ดี (3.51-4.50 คะแนน) ปานกลาง (2.51-3.50 คะแนน) พอใช้ (1.51-2.50 คะแนน)
ควรปรับปรุง (1.00-1.50 คะแนน)

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบความต้านทานแรงดึงและแรงฉีกของชิ้นงาน (n=5)

ชิ้นงานตัวอย่าง	Stress at break (kN/m ²)	Strain at break (cm)	Modulus at break (kN/m ²)	Tear strength (kN/m)
	ค่าเฉลี่ย $\pm$ SD	ค่าเฉลี่ย $\pm$ SD	ค่าเฉลี่ย $\pm$ SD	ค่าเฉลี่ย $\pm$ SD
ไม่เคลือบผิว	430.57 $\pm$ 9.42	0.64 $\pm$ 0.02	668.99 $\pm$ 20.68	1.41 $\pm$ 0.07
เคลือบผิว 1 ครั้ง	1.44 $\times 10^6 \pm 2.83 \times 10^4$	7.70 $\pm$ 0.00	1.88 $\times 10^4 \pm 3.67 \times 10^3$	5.43 $\pm$ 1.34

ตารางที่ 3 ระดับทัศนคติของผู้ใช้งานหุ่นจำลองสำหรับการฝึกปฏิบัติ การจัดทำถ่ายภาพเอกซเรย์เต้านม (n=30)

รายละเอียดของการประเมิน	ค่าเฉลี่ย $\pm$ SD	การแปลผล	ระดับทัศนคติ จำนวน (ร้อยละ)				
			5	4	3	2	1
1. ความเหมือนจริงของเต้านม	4.10 $\pm$ 0.61	ดี	7 (23.3)	19 (63.3)	4 (13.3)	0	0
2. ความเหมาะสมด้านขนาด น้ำหนักและ การเคลื่อนย้ายขณะใช้งาน	3.93 $\pm$ 0.66	ดี	5 (16.7)	18 (60.0)	7 (23.3)	0	0
3. ประโยชน์ต่อความเข้าใจของผู้เรียน	4.40 $\pm$ 0.73	ดี	15 (50.0)	13 (43.3)	1 (3.3)	1 (3.3)	0
4. ประโยชน์ต่อการฝึกจัดทำถ่ายภาพ เอกซเรย์เต้านม	4.10 $\pm$ 0.52	ดี	5 (16.7)	23 (76.7)	2 (6.7)	0	0
5. ประโยชน์ต่อการฝึกคลำพยาธิสภาพ ของเต้านม	4.23 $\pm$ 0.63	ดี	10 (33.3)	17 (56.7)	3 (10.0)	0	0
6. ประโยชน์ต่อการฝึกใช้แรงกดเต้านม	4.23 $\pm$ 0.63	ดี	10 (33.3)	17 (56.7)	3 (10.0)	0	0

ระดับทัศนคติ 5 มากที่สุด, 4 มาก, 3 ปานกลาง, 2 พอใช้, 1 ควรปรับปรุง
การแปลผลคะแนนเฉลี่ย ดีมาก (4.51-5.00 คะแนน) ดี (3.51-4.50 คะแนน) ปานกลาง (2.51-3.50 คะแนน) พอใช้ (1.51-2.50 คะแนน)
ควรปรับปรุง (1.00-1.50 คะแนน)

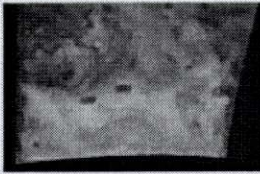
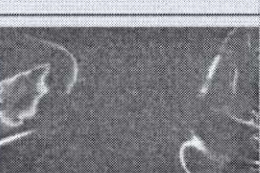
2. หุ่นจำลองที่พัฒนา และทัศนคติของผู้ใช้งาน

ผลการศึกษาในครั้งนี้ได้หุ่นจำลองที่ขึ้นรูปด้วยสูตรยางพองน้ำ มีขนาดรอบอก 38 นิ้ว รอบเอว 32 นิ้ว และรอบสะโพก 38 นิ้ว (รูปที่ 4 (A)) โดยเต้านมทั้ง 2 ข้าง มีองค์ประกอบหลักเป็นพอลิเมอร์เจล และมีพยาธิสภาพจำลองอยู่ในเต้านมขวา น้ำหนักรวมของหุ่นจำลองเท่ากับ 8.5 กิโลกรัม ติดตั้งอยู่บนชุดใช้งานที่มีล้อเคลื่อนที่ได้ หุ่นจำลองที่พัฒนาขึ้นถูกนำไปใช้เพื่อประกอบการสาธิตและฝึกปฏิบัติการจัดทำถ่ายภาพเอกซเรย์เต้านม (รูปที่ 4 (B,C)) เมื่อให้แรงกดทับเต้านม (compression force) จากเครื่อง

เอกซเรย์เต้านม เท่ากับ 100 นิวตัน ขณะใช้งานหุ่นจำลองพบว่าสามารถรองรับแรงกดทับเต้านมได้ และเมื่อหยุดให้แรงกดแล้วเต้านมสามารถคืนรูปได้ดี ผลการประเมินทัศนคติของผู้ใช้งานที่มีต่อหุ่นจำลอง (ตารางที่ 3) พบว่าระดับทัศนคติในภาพรวมคะแนนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.16 $\pm$ 0.64 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ดี

วิจารณ์

การพัฒนาหุ่นจำลองเต้านมโดยใช้สูตรยางพองน้ำที่มีการปรับสารเคมีในสูตรยางมาตรฐาน ได้แก่ สารที่ช่วยให้เกิด

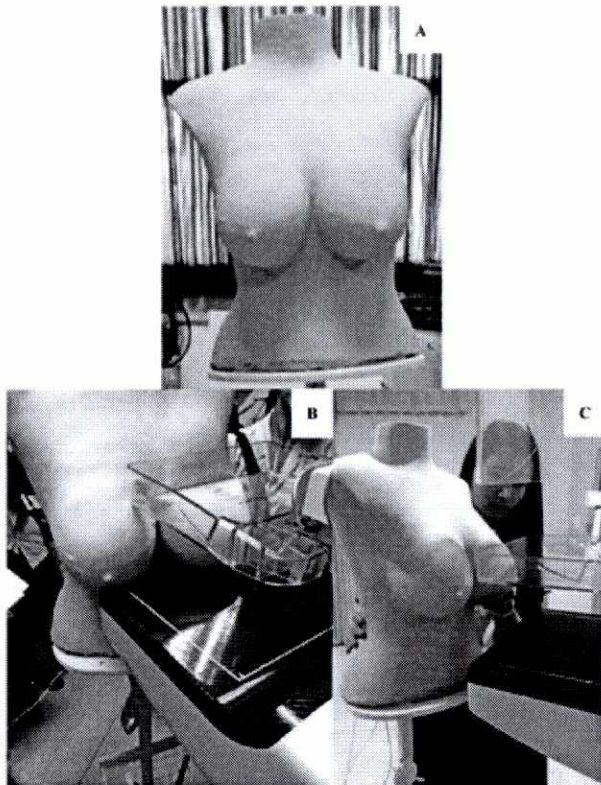
ตัวอย่างพอลิเมอร์เจล			
ชิ้นงาน	หลังเตรียม	หลัง 1 สัปดาห์	ลักษณะ
สูตรที่ 1 แป้ง 20 กรัม 10%Borax 20 กรัม 10%PVA 5 กรัม			- เปลี่ยนสภาพเป็นของเหลว - เปลี่ยนเป็นสีขาวขุ่น
สูตรที่ 2 แป้ง 30 กรัม 10%Borax 20 กรัม 10%PVA 5 กรัม			- เปลี่ยนสภาพเป็นของเหลว - เปลี่ยนเป็นสีขาวขุ่น
สูตรที่ 3 แป้ง 40 กรัม 10%Borax 20 กรัม 10%PVA 5 กรัม			- เปลี่ยนสภาพเป็นของเหลว - เปลี่ยนเป็นสีขาวขุ่น - เกิดรา
สูตรที่ 4 แป้ง 20 กรัม 10%Borax 30 กรัม 10%PVA 5 กรัม			- เปลี่ยนสภาพเป็นของเหลว - เปลี่ยนเป็นสีขาวขุ่น
สูตรที่ 5 แป้ง 30 กรัม 10%Borax 30 กรัม 10%PVA 5 กรัม			- คงสภาพการจับตัวเป็นก้อน - มีความยืดหยุ่น
สูตรที่ 6 แป้ง 40 กรัม 10%Borax 30 กรัม 10%PVA 5 กรัม			- คงสภาพการจับตัวเป็นก้อน - มีความยืดหยุ่น

รูปที่ 3 ลักษณะทางกายภาพของพอลิเมอร์เจลสูตรต่างๆหลังเตรียมเสร็จ และทิ้งไว้ 1 สัปดาห์

ฟอง (โพแทสเซียมโอเลต) และสารช่วยให้ฟองจับตัว (โซเดียม ซิลิโคฟลูออไรด์) รวมถึงการเพิ่มสารเติมแต่ง ได้แก่ แคลเซียมคาร์บอเนต ทำให้น้ำยางพาราที่เตรียมไว้ไม่แข็งตัวเร็วเกินไป จึงสามารถขึ้นรูปหุ่นจำลองได้สมบูรณ์ และทำให้ได้หุ่นจำลองที่มีความคงรูปมากขึ้น การใช้สูตรยางสำหรับผลิตภัณฑ์มือยางในการเคลือบผิวพบว่าทำให้ชิ้นงานมีความทนแรงดึงและความต้านทานแรงฉีกสูงกว่าชิ้นงานที่ไม่ได้เคลือบ

ผิว ดังนั้นคุณสมบัติของหุ่นจำลองที่พัฒนาขึ้นจึงสอดคล้องกับลักษณะการใช้งาน คือ การนำไปใช้ฝึกปฏิบัติการจัดทำถ่ายภาพเอกซเรย์เต้านมที่มีทั้งการดึงและการกดทับบริเวณเต้านม

ระดับทัศนคติของผู้ใช้งานหุ่นจำลองด้านความเข้าใจในบทเรียนการจัดทำถ่ายภาพเอกซเรย์เต้านมได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.40 ± 0.73 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ดี แสดงให้เห็นว่าหุ่น



รูปที่ 4 หุ่นจำลองที่เสร็จสมบูรณ์ (A) มีการทดสอบการแรงกดทับเต้านม (B) และนำไปใช้สำหรับฝึกการจัดทำถ่ายภาพเอกซเรย์เต้านม (C)

จำลองที่พัฒนา ขึ้นทำให้ผู้เรียนเข้าใจในบทเรียนเพิ่มมากขึ้น สำหรับการศึกษานอนาคตควรมีการประเมินผลสัมฤทธิ์ด้านการเรียนรู้ของผู้เรียนโดยใช้หุ่นจำลองด้วย เช่น การทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียน นอกจากนี้ควรออกแบบหุ่นจำลองที่มีเต้านมหลายขนาด และสามารถถ่ายภาพเอกซเรย์เต้านมได้จริงโดยภายในภาพแสดงองค์ประกอบของเต้านมเพื่อก่อให้เกิดประโยชน์แก่ผู้ใช้งานหุ่นจำลองมากขึ้นทั้งในด้านการฝึกทักษะและการประเมินคุณภาพของภาพเอกซเรย์เต้านมที่ได้

สรุป

การศึกษานี้ได้ หุ่นจำลองที่มีคุณสมบัติทางด้านกายภาพและสมบัติเชิงกลเพียงพอที่จะนำมาใช้เป็นหุ่นจำลองสำหรับฝึกปฏิบัติการจัดทำถ่ายภาพเอกซเรย์เต้านม โดยระดับทัศนคติของผู้ใช้งานด้านความเหมือนจริงของหุ่นจำลอง ความสะดวกและประโยชน์ในการใช้งานของหุ่นจำลองอยู่ในเกณฑ์ดี

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ นายชัชธร สถาน นางสาวนฤมล สุขเรือง และนางสาวนัตยา วงศ์ปัญญา ที่ให้ความช่วยเหลือด้านการเก็บข้อมูลสำหรับการทำวิจัย คณะวิทยาศาสตร์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร และโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยนเรศวร ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ เครื่องมือ และอุปกรณ์สำหรับการทำวิจัย และขอขอบคุณมหาวิทยาลัยนเรศวร ที่สนับสนุนทุนในการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

1. อาคม ชัยวีระวัฒน์, เสาวคนธ์ ศุภโยธิน, วีรภูมิ อิมสำราญ, อธิวุฒิ คุณะเปรมะ. แนวทางการตรวจคัดกรอง วินิจฉัย และรักษาโรคมะเร็งเต้านม. กรุงเทพมหานคร: สถาบันมะเร็งแห่งชาติ, 2555.
2. ดร.ณิ บุญยืนเวทวัฒน์. ตำราวินิจฉัยโรคเต้านม. กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2554.
3. กัลยาณี อธิกุล. การแก้ปัญหาการถ่ายภาพเอกซเรย์เต้านมระบบดิจิทัลซ้ำ.วารสารชมรมรังสีเทคนิคและพยาบาลเฉพาะทางรังสีวิทยาหลอดเลือดและรังสีร่วมรักษาไทย 2553; 4: 65-71.
4. ชมพูนุช โสภจรรย์, สุชาดา รัชกุล, ศราวุธ ริมดุสิต. การพัฒนาหุ่นเต้านมจำลองเพื่อใช้ในการสอนตรวจเต้านมด้วยตนเอง (ระยะที่ 2 และ 3). [รายงานการวิจัย] กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย; 2548.
5. วัฒนธนา โกวิท, สุธีรา ประดับวงษ์, กฤษฎา สิมะสี, บวรศิลป์ เขาวนขึ้น. การพัฒนานวัตกรรมทางการแพทย์หุ่นใบหน้าจำลองปากแห่งพาดานใหม่. ศรีนครินทร์เวชสาร 2554; 26:259-65.
6. กานดา ดันตพันธ์, ละเอียด แจ่มจันทร์, อภินันท์ สุประเสริฐ, วิภา วิสุทธิพานิช, ทิวาวัน คำบันลือ. การสร้างและพัฒนาหุ่นใส่สายยางให้อาหารโดยผ่านทางจมูก ใน: เรื่องเติมการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 48: สาขาศึกษาศาสตร์. กรุงเทพฯ, 2553: 71-7.
7. Supertech Inc. Breast & Mammography Phantoms. [online] 1973 [cited 2014 June 22]; Available from: URL: <http://www.anthropomorphicphantoms.com/BreastPhantoms/index.html>
8. สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. ข้อมูลวิชาการยางพารา 2555.
9. อภินันท์ สุประเสริฐ. การวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์หุ่นจำลองยางพาราอิเล็กทรอนิกส์. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.

