



# การประดิษฐ์หุ่นจำลองเต้านมแบบสวมใส่ที่ทำจากซิลิโคน สำหรับการฝึกทักษะการจัดท่าถ่ายภาพทางเอกซเรย์เต้านม

## The Invention of Silicone-based Wearable Breast Model for Training Skills in Mammography Positioning

ชिरารณ วัฒนโพธิ์<sup>1</sup> ศุภิสรา บุญฉ่ำ<sup>1</sup> สมปรารถนา ปัทกขันธ์<sup>1</sup> อัครนัย ประพันธ์<sup>1\*</sup> ธัญรัตน์ชุตศิลป์<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ภาควิชารังสีเทคนิค คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร พิษณุโลก

\* Corresponding author: Ausana P., Email address: ausanaip@nu.ac.th

### บทคัดย่อ

การตรวจเต้านมด้วยเครื่องแมมโมแกรมมีบทบาทสำคัญในการตรวจรอยโรคบริเวณเต้านม ซึ่งต้องอาศัยความชำนาญและการฝึกฝนทักษะในการจัดท่าถ่ายภาพรังสีของผู้ปฏิบัติงาน อีกทั้งฝึกทักษะกับตัวผู้ป่วยจริงอาจก่อให้เกิดความไม่สะดวกใจ ดังนั้นวัตถุประสงค์การวิจัยคือ ประดิษฐ์หุ่นจำลองเต้านมที่ทำจากซิลิโคนโดยออกแบบให้มีลักษณะรูปร่างแบบสวมใส่สำหรับนำไปใช้ฝึกทักษะการจัดท่าถ่ายภาพเอกซเรย์เต้านม โดยประดิษฐ์แบบจำลองเต้านมที่มียางซิลิโคนและน้ำมันซิลิโคนเป็นส่วนประกอบหลัก มีอัตราส่วนความเข้มข้นของยางซิลิโคนต่อน้ำมันซิลิโคนแตกต่างกัน นำไปทดสอบหาค่าโมดูลัสของยัง เพื่อหาสูตรที่มีค่าโมดูลัสของยังใกล้เคียงเต้านมจริงมากที่สุด แล้วนำมาประดิษฐ์แบบจำลองเต้านม ประเมินและวิเคราะห์ความพึงพอใจในรูปแบบและการใช้งาน และเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยทักษะก่อนหลังในการใช้แบบจำลองเต้านมในการจัดท่าถ่ายภาพรังสีบริเวณเต้านมด้วยเครื่องจำลองแมมโมแกรม ผลการวิจัยพบว่า หุ่นจำลองเต้านมแบบสวมใส่ที่ทำจากยางซิลิโคนและน้ำมันซิลิโคนที่ได้ มีเนื้อสัมผัสนุ่ม มีพื้นผิวยืดหยุ่น และสามารถคงตัวในอุณหภูมิห้อง มีค่าโมดูลัสของยังใกล้เคียงกับเนื้อเยื่อเต้านมในสูตรมีอัตราส่วนความเข้มข้นของยางซิลิโคนต่อน้ำมันซิลิโคน 70:30 สำหรับผลการประเมินทักษะก่อนและหลังพบว่าหลังการฝึกทักษะมีค่าเฉลี่ยสูงขึ้น และการประเมินความพึงพอใจพบว่ามีความพึงพอใจเพิ่มขึ้นในแบบและการใช้งานโดยรวมอยู่ระดับมากที่สุด (4.69±0.24) สรุปได้ว่าสามารถหุ่นจำลองเต้านมแบบสวมใส่ที่ทำจากยางซิลิโคนได้สำเร็จ และสามารถนำไปใช้เพื่อฝึกทักษะและเรียนรู้ในการจัดท่าถ่ายภาพรังสีบริเวณเต้านมได้

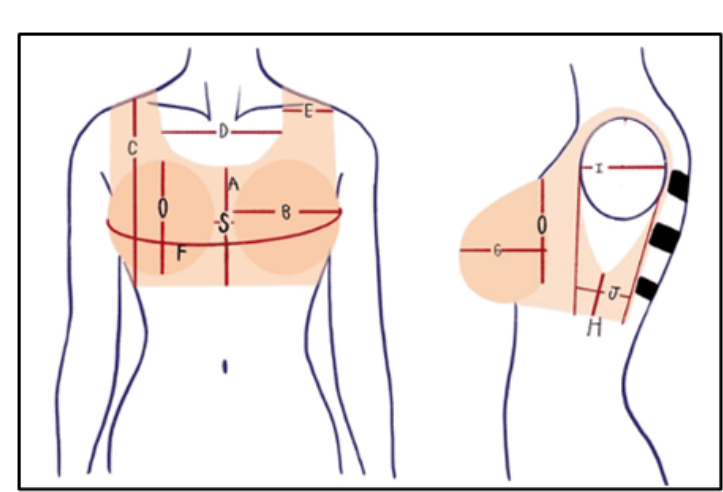
**คำสำคัญ** หุ่นจำลองเต้านม, การตรวจเอกซเรย์เต้านม, การจัดท่าถ่ายภาพเอกซเรย์เต้านม, ซิลิโคน

### ที่มาและความสำคัญ

มะเร็งเต้านมเป็นมะเร็งที่พบบ่อยที่สุดในหญิงไทยและเป็นมะเร็งอันดับต้นที่เป็นสาเหตุการเสียชีวิตในหญิงไทย (1) ในปัจจุบันการตรวจด้วยเครื่องแมมโมแกรมเป็นวิธีการตรวจเพื่อคัดกรองและวินิจฉัยโรคมะเร็งเต้านม (2) โดยนักรังสีเทคนิคมีบทบาทที่สำคัญในการสร้างภาพของเต้านมให้มีคุณภาพเพียงพอสำหรับการวินิจฉัยโรค ดังนั้นนักรังสีเทคนิคจะต้องเรียนรู้การใช้เครื่องมือสร้างภาพ และการจัดท่าผู้ป่วยอย่างถูกต้อง เนื่องจากการเรียนการสอนและการฝึกปฏิบัติในหัวข้อเทคนิคและการจัดท่าถ่ายภาพเอกซเรย์เต้านมอาจไม่สามารถเรียนรู้กับผู้ป่วยจริงได้ทั้งหมด ดังนั้นจึงมีการผลิตหุ่นจำลองจากวัสดุผสมเนื้อเยื่อเต้านมขึ้นมา เพื่อช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และฝึกปฏิบัติจากสิ่งที่มีลักษณะใกล้เคียง (3) ปัจจุบันหุ่นจำลองฝึกจัดท่าถ่ายภาพเอกซเรย์เต้านมที่มีอยู่ในประเทศไทยมีราคาแพง และมีต้นทุนในการผลิตสูง และหุ่นจำลองที่ใช้ในงานในสถานศึกษาบางแห่งยังมีความแตกต่างจากมนุษย์จริง (4)

### วิธีดำเนินการวิจัย

#### 1. การออกแบบและการประดิษฐ์หุ่นจำลองเต้านม



การออกแบบร่างรูปร่าง หุ่นจำลองเต้านม



ทดลองวัสดุ



ชิ้นงานสำหรับส่งทดสอบค่า โมดูลัสของยัง



ทดสอบค่าโมดูลัสของยัง

#### 2. ทดลองใช้หุ่นจำลองเต้านม เปิดรับอาสาสมัครนิสิตรังสีเทคนิคหญิงชั้นปีที่ 2 และ 3 คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ศึกษาและเรียนรู้การจัดท่าถ่ายภาพเอกซเรย์เต้านมจากหุ่นจำลองเต้านม



#### 3. ประเมินการฝึกทักษะการจัดท่าถ่ายภาพเอกซเรย์เต้านม ด้วยเครื่องจำลองแมมโมแกรม โดยอาจารย์ภาควิชารังสีเทคนิค/ผู้เชี่ยวชาญ



#### 4. ประเมินความพึงพอใจในรูปร่างลักษณะและการใช้งานของหุ่นจำลองเต้านมที่ประดิษฐ์ขึ้น

### การอภิปรายและวิจารณ์ผลการวิจัย

หุ่นจำลองเต้านมที่ประดิษฐ์ขึ้นใช้ยางซิลิโคนเป็นวัสดุหลักในการประดิษฐ์เนื่องจากมีผิวสัมผัสและความยืดหยุ่นเหมือนเต้านมจริงของมนุษย์ เมื่อแข็งตัวแล้วสามารถคงสภาพอยู่ได้ มีน้ำหนักโดยรวมอยู่ที่ 3.2 กิโลกรัม ง่ายต่อการจัดท่าถ่ายภาพเอกซเรย์เต้านม เพราะทำให้มีลักษณะเหมือนการตรวจจริง ทำให้ผู้ใช้งานได้เรียนรู้จากสถานการณ์ที่สมจริง ข้อจำกัดของงานวิจัย คือ จำนวนอาสาสมัครไม่ตรงตามเป้าหมายที่ได้กำหนดไว้ เครื่องจำลองแมมโมแกรมเนื่องจากมีอายุการใช้งานที่ค่อนข้างมากทำให้ประสิทธิภาพในการใช้งานลดลง และค่า CT number ของหุ่นจำลองเต้านมที่ทำจากยางซิลิโคนซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับเนื้อเยื่อเต้านมจริง ทำให้ไม่สามารถใช้ในการถ่ายภาพเอกซเรย์เต้านมได้

### สรุปผลการวิจัย

หุ่นจำลองเต้านมที่ทำจากยางซิลิโคนมีลักษณะรูปร่างแบบสวมใส่ได้ และสามารถนำไปใช้ฝึกทักษะการจัดท่าถ่ายภาพเอกซเรย์เต้านมได้ เป็นสื่อสำหรับฝึกปฏิบัติการจัดท่าถ่ายภาพเอกซเรย์เต้านมให้กับนิสิตหรือบุคลากรทางการแพทย์ ค่าโมดูลัสของยังอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของเนื้อเยื่อเต้านมจริงของมนุษย์ การประเมินคุณภาพด้านความงามและด้านการใช้งานโดยรวมอยู่ในระดับมาก การประเมินตนเองก่อนและหลังการใช้งาน หุ่นจำลองเต้านมระดับมาก การประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการฝึกทักษะการจัดท่าถ่ายภาพเอกซเรย์เต้านมระดับดีมาก ดังนั้นหุ่นจำลองเต้านมที่ประดิษฐ์ขึ้นในงานวิจัยนี้สามารถนำไปใช้เพื่อฝึกทักษะการจัดท่าถ่ายภาพ

### วัตถุประสงค์

เพื่อประดิษฐ์หุ่นจำลองเต้านมที่ทำจากยางซิลิโคนโดยออกแบบให้มีลักษณะรูปร่างแบบสวมใส่ร่างกายสำหรับนำไปใช้ฝึกทักษะการจัดท่าถ่ายภาพเอกซเรย์เต้านม

### ผลการวิจัย

#### 1. การประดิษฐ์หุ่นจำลองเต้านมที่ทำจากซิลิโคน

ใช้สูตรที่ความเข้มข้นแตกต่างกัน และผู้วิจัยได้ทำการเลือกใช้สูตรสัดส่วนยางซิลิโคนต่อน้ำมันซิลิโคน 70:30 จากการเปรียบเทียบค่าโมดูลัสของยัง



#### 2. การทดสอบค่าโมดูลัสของยังของหุ่นจำลองเต้านมที่ทำจากซิลิโคน

สูตรสัดส่วนยางซิลิโคนต่อน้ำมันซิลิโคน 70:30 ค่าโมดูลัสของยัง มีค่าเท่ากับ 12.733±1.659 kPa สูตรสัดส่วนยางซิลิโคนต่อน้ำมันซิลิโคน 60:40 ค่าโมดูลัสของยัง มีค่าเท่ากับ 19.285±0.926 kPa

#### 3. การประเมินหุ่นจำลองเต้านมที่ทำจากซิลิโคน

##### 3.1 การประเมินคุณภาพหุ่นจำลองเต้านมสำหรับการฝึกทักษะการจัดท่าถ่ายภาพเอกซเรย์เต้านมด้วยสายตาและการคลำ

รายการประเมิน	RAI
1. หุ่นจำลองมีรูปร่าง (Form) ที่เหมือนเต้านมจริง	0.98
2. หุ่นจำลองมีสีเหมือนจริง	
3. หุ่นจำลองมีผิวสัมผัสที่สมจริง	
4. หุ่นจำลองมีความนุ่ม (Softness) ที่สมจริง	
5. หุ่นจำลองสามารถใช้ฝึกจัดท่าถ่ายภาพเอกซเรย์เต้านมได้	
6. หุ่นจำลองมีขนาด น้ำหนัก และการเคลื่อนย้ายเหมาะสมกับการใช้งาน	
7. หุ่นจำลองมีความแข็งแรงทนทานใช้งาน	
8. หุ่นจำลองมีความปลอดภัย ไม่เป็นสาเหตุทำให้เกิดอันตรายต่อผู้ใช้ขณะใช้งาน	
9. หุ่นจำลองสามารถวัดความสนใจในการเรียนรู้	

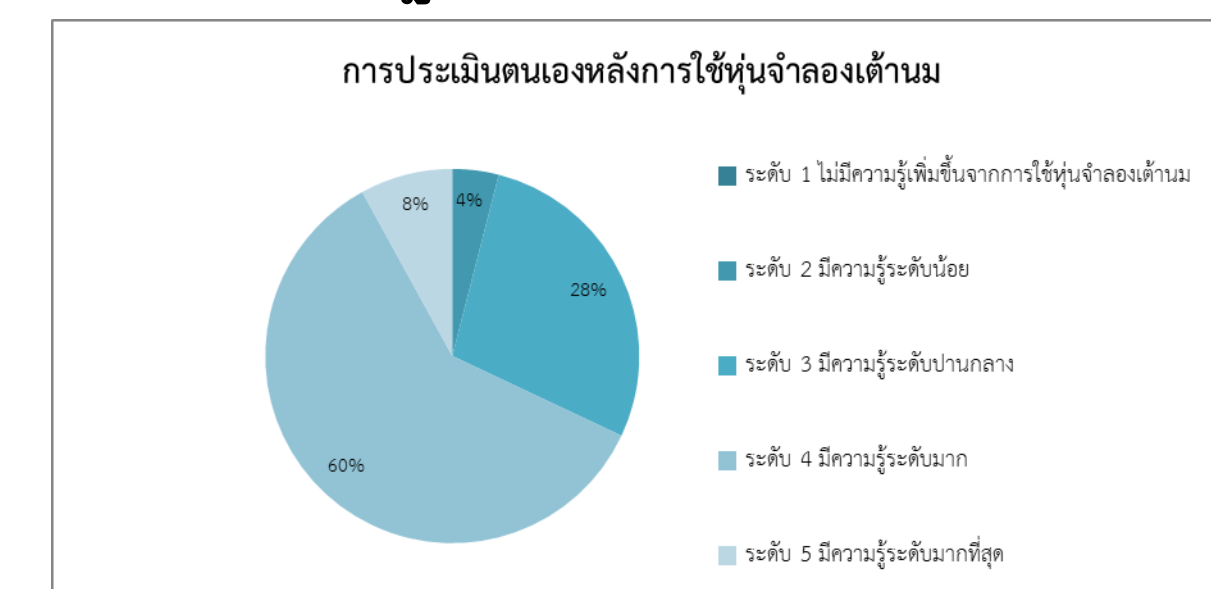
##### 3.4 การประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการฝึกทักษะการจัดท่าถ่ายภาพเอกซเรย์เต้านม โดยอาจารย์ภาควิชารังสีเทคนิค/ผู้เชี่ยวชาญ

	ระดับทักษะการจัดท่าถ่ายภาพเอกซเรย์เต้านม	
	การจัดท่าถ่ายภาพเอกซเรย์เต้านมหน้า	การจัดท่าถ่ายภาพเอกซเรย์เต้านมหลัง
Mean±S.D.	4.64±0.49	4.32±0.46
ระดับคุณภาพ	มากที่สุด	มาก
Total Mean±S.D.	4.48±0.02	
ระดับคุณภาพ	มาก	

##### 3.5 การประเมินคุณภาพหุ่นจำลองเต้านมสำหรับการฝึกทักษะการจัดท่าถ่ายภาพเอกซเรย์เต้านมโดยนิสิตรังสีเทคนิคหญิง

ประเด็นการพิจารณา	Mean±S.D.	ระดับคุณภาพ
ด้านความงาม (Aesthetic)		
1. หุ่นจำลองมีรูปร่าง (Form) ที่เหมือนเต้านมจริง	4.68±0.63	มากที่สุด
2. หุ่นจำลองมีสีเหมือนจริง	4.48±0.71	มาก
3. หุ่นจำลองมีผิวสัมผัสที่สมจริง	4.56±0.51	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยระดับคุณภาพโดยรวม	4.57±0.10	มากที่สุด
ด้านการใช้งาน (Function)		
4. หุ่นจำลองมีความนุ่ม (Softness) ที่สมจริง	4.36±0.76	มาก
5. หุ่นจำลองสามารถใช้ฝึกจัดท่าถ่ายภาพเอกซเรย์เต้านมได้	4.88±0.33	มากที่สุด
6. หุ่นจำลองมีขนาด น้ำหนัก และการเคลื่อนย้ายเหมาะสมกับการใช้งาน	4.44±0.77	มาก
7. หุ่นจำลองมีความแข็งแรงทนทานใช้งาน	4.68±0.56	มากที่สุด
8. หุ่นจำลองมีความปลอดภัย ไม่เป็นสาเหตุทำให้เกิดอันตรายต่อผู้ใช้ขณะใช้งาน	4.92±0.23	มากที่สุด
9. หุ่นจำลองสามารถวัดความสนใจในการเรียนรู้	4.88±0.33	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยระดับคุณภาพโดยรวม	4.69±0.24	มากที่สุด

##### 3.2 การประเมินตนเองก่อนและหลังการใช้หุ่นจำลองเต้านมที่ประดิษฐ์ขึ้น



##### 3.3 การประเมินความถูกต้องและสมบูรณ์ของการจัดท่าถ่ายภาพเอกซเรย์เต้านมโดยอาจารย์ภาควิชารังสีเทคนิค/ผู้เชี่ยวชาญ

ผลความถูกต้องและสมบูรณ์ของการจัดท่าถ่ายภาพเอกซเรย์เต้านมในท่า MLO Projection

รายการ	Mean±S.D.	ระดับทักษะ
1. กระดูกโกลนหรือข้อศอกของแขนรับภาพ, IMF อยู่ตรงกลางของหน้ารับภาพ	0.08±0.27	ปรับปรุง
2. ตำแหน่งเต้านมอยู่ตรงกลางหน้ารับภาพ	0.77±0.42	มาก
3. แขนกดอกชิดกับเต้านม	0.88±0.33	มากที่สุด
4. ปรับแนวเอียงของคอข้อมือในตำแหน่งที่ถูกต้อง (40-70 องศา)	0.97±0.16	มากที่สุด
5. ข้อมือวางอยู่บนหน้ารับภาพ	0.97±0.16	มากที่สุด
6. หัวนมอยู่ตรงกลางหน้ารับภาพพอดีกับหน้ารับภาพ	0.71±0.46	มาก
7. หัวนมชี้ไปด้านเดียวกับข้างที่ถ่ายภาพ	0.73±0.45	มาก
8. เซนเซอร์ที่ถ่ายภาพ holder, แขนข้างที่ไม่ได้ถ่ายภาพจับกับเต้านมข้างที่ไม่ได้ถ่ายภาพ	0.88±0.33	มากที่สุด
9. ผู้ป่วยยื่นไหล่ด้านข้างที่ถ่ายภาพออกด้านรับภาพและหมุนตัวเข้าหน้ารับภาพ	0.91±0.29	มากที่สุด
10. สามารถใช้มือชี้ตำแหน่งจากด้านข้างไปวางบนหน้ารับภาพ	0.61±0.49	มาก
11. ใช้ระยะเวลาในการจัดท่าไม่เกิน 5 นาที	1.00±0.00	มากที่สุด
รวม	0.77±0.15	มาก

ผลความถูกต้องและสมบูรณ์ของการจัดท่าถ่ายภาพเอกซเรย์เต้านมในท่า CC Projection

รายการ	Mean±S.D.	ระดับทักษะ
1. ระดับฐานเต้านมอยู่ในระนาบเดียวกับหน้ารับภาพ	0.75±0.44	มาก
2. ตำแหน่งเต้านมอยู่ตรงกลางหน้ารับภาพ	0.79±0.41	มากที่สุด
3. แขนกดอกชิดกับเต้านม	0.83±0.38	มากที่สุด
4. ปรับแนวเอียงของคอข้อมือในตำแหน่งที่ถูกต้อง (0 องศา)	1.00±0.00	มากที่สุด
5. สามารถยื่นมือเข้ามาจับกับส่วนของหน้ารับภาพได้เป็นศรีษะของผู้ป่วย	0.97±0.16	มากที่สุด
6. หัวนมชี้ไปด้านเดียวกับข้างที่ถ่ายภาพ	0.75±0.44	มาก
7. หัวนมชี้ไปด้านเดียวกับข้างที่ถ่ายภาพ	0.89±0.81	มากที่สุด
8. เซนเซอร์ที่ถ่ายภาพ holder จะอยู่ที่ holder	0.35±0.48	น้อย
9. ผู้ป่วยยื่นไหล่ด้านข้างที่ถ่ายภาพเข้าหน้ารับภาพ	1.00±0.00	มากที่สุด
10. สามารถใช้มือชี้ตำแหน่งจากด้านข้างไปวางบนหน้ารับภาพ	0.87±0.34	มากที่สุด
11. ใช้ระยะเวลาในการจัดท่าไม่เกิน 5 นาที	1.00±0.00	มากที่สุด
รวม	0.75±0.19	มาก

### เอกสารอ้างอิง

- WHO. Global Cancer Statistics 2020 [cited 2022 Feb 18]. Available from: <https://gco.iarc.fr/today/data/factsheets/populations/764-thailand-fact-sheets.pdf>.
- สถาบันมะเร็งแห่งชาติ. แนวทางการตรวจคัดกรอง รังสีวิทยา และรักษาโรคมะเร็งเต้านม นนทบุรี: กรมการแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข; 2012 [cited 2022 Feb 18]. Available from: [https://www.nci.go.th/ThNew\\_web/index.html](https://www.nci.go.th/ThNew_web/index.html).
- ธัญรัตน์ ชุตศิลป์, ชรินทร์ มหาคารานนท์, นันทวัฒน์ อู่อุทัย, สุมาลี อับสันเทียะ, อาคม ทองโป่ง. การพัฒนาหุ่นจำลองเต้านมสำหรับฝึกปฏิบัติการวินิจฉัยในการตรวจเอกซเรย์เต้านม. ศรีนครินทร์เวชสาร. 2016;31(2):185-91.
- Ustbas B., Klic D., Bozkurt A., Aribal M. E., Akbulut O. Silicone-based composite materials simulate breast tissue to be used as ultrasonography training phantoms. Ultrasonics. 2018;88:9-15.





# The invention of a Silicone-based Wearable Breast Model for Training Skills in Mammography Positioning

*Chiraporn Pinpo<sup>1</sup>, Supissara Buncham<sup>1</sup>, Sompratthana Patukkhinang<sup>1</sup>,  
Thanyarat Chusin<sup>1</sup>, and Ausanaip Prapan<sup>1,\*</sup>*

<sup>1</sup> Department of Radiological Technology, Faculty of Allied Health Sciences, Naresuan University, Phitsanulok, 65000 Thailand.

\* Correspondence: [ausanaip@nu.ac.th](mailto:ausanaip@nu.ac.th)

---

## Abstract

**Introduction:** Mammography plays a vital role in detecting breast lesions. However, mammographic positioning requires the expertise and great skill of the medical staff. Moreover, the skill training of medical staff on live patients is still inconvenient. Therefore, simulation-based training using phantom is necessary.

**Objectives:** To invent a vest-style breast phantom to be used for practicing mammographic positioning.

**Methods:** Firstly, the samples were constructed into 2 samples in various concentrations of silicone rubber and silicone oil, and then was selected one sample which had the nearest young's modulus of breast tissue to fabricate a model. The breast model was constructed in a fiberglass mold and then cut out in vest style. The skin of the breast model was constructed by using only silicone rubber. After that, 25 women who are 2<sup>nd</sup> and 3<sup>rd</sup> -year students in radiological technology were requested to evaluate a pre-post training skill as well as their satisfaction level.

**Results:** The vest-style silicone-based breast models were successfully constructed which represent a soft and elastic texture, stable at room temperature, and nearly like young's modulus of breast tissue. The evaluation of our breast model was a good training model resulting in significantly increased practicing skills after using our breast model ( $p < 0.05$ ). Moreover, overall breast model appearance and pilot testing showed a very good level of satisfaction.

**Conclusions:** Our silicone-based wearable breast model can be used as a training tool for practicing mammographic positioning.

**Keywords:** Breast phantom, Mammography, Mammographic Positioning, Silicon rubber