Original Article

การประดิษฐ์เครื่องต้นแบบการตรวจเต้านมด้วยตนเองสำหรับการตรวจคัดกรองหาก้อนเนื้อบริเวณเต้านมในแบบจำลองเต้านม: การศึกษานำร่อง

อัศนัย ประพันธ์[1]* ธงไชย พิพัฒน์พงษ์เลิศ[1]
นันทวัฒน์ อู่ดี[1] ธีระพงษ์ ระโหฐาน[1]
สุวิทย์ กิระวิทยา[2] วีรพล จันทร์หอม[1]

The Invention of a Prototype Breast Self-Exam Device for Breast Mass Screening in Breast Phantom: A Pilot Study.

Ausanai Prapan[1], Nuntawat Udee[1], Suwit Kiravittaya[2], Thongchai Pipatponglert[1], Theerapong Rahotan[1], Weerapol Janhom[1]

[1]Department of Radiological Technology, Faculty of Allied Health Sciences, [2]Department of Electrical and Computer Engineering, Faculty of Engineering, Naresuan University, Phitsanulok, 65000, Thailand.

***E-mail: ausanaip@nu.ac.th**

Songkla Med J 2016;34(2):51-60

บทคัดย่อ:

มะเร็งเต้านมเป็นสาเหตุที่พบบ่อยที่สุดของการเสียชีวิตจากมะเร็งในผู้หญิงไทย ดังนั้นการตรวจพบในระยะเริ่มต้นหรือการตรวจคัดกรองจึงมีความสำคัญ โดยทั่วไปการตรวจที่ง่ายและสามารถทำได้ด้วยตนเองคือวิธีการคลำด้วยมือ แต่อย่างไรก็ตามการคลำด้วยมือมีข้อจำกัดในเรื่องทักษะการคลำของผู้ตรวจและการขาดความมั่นใจในการตัดสินใจว่ามีความผิดปกติหรือไม่ ดังนั้นงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประดิษฐ์เครื่องต้นแบบตรวจเต้านมด้วยตนเองสำหรับการคัดกรองก้อนในเต้านม โดยการออกแบบเครื่องมือที่อาศัยหลักการสร้างภาพด้วยการนำเข้าแบบเชิงกลจากเซนเซอร์วัดแรงกดเป็นตัวรับสัญญาณที่เชื่อมต่อเข้ากับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์และประมวลผลโดยแสดงผลที่ได้เป็นภาพที่มีเฉดสีแตกต่างกัน จากนั้นประเมิน

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากกองทุนวิจัย มหาวิทยาลัยนเรศวร ประจำปี พ.ศ. 2558

[1]ภาควิชารังสีเทคนิค คณะสหเวชศาสตร์ [2]ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อ.เมือง จ.พิษณุโลก 65000

รับต้นฉบับวันที่ 30 มิถุนายน 2558 รับลงตีพิมพ์วันที่ 30 พฤศจิกายน 2558

ความสามารถของเครื่องมือที่สร้างขึ้นด้วยการตรวจหาก้อนภายในแบบจำลองเต้านมโดยเปรียบเทียบความสามารถในการตรวจหาก้อนระหว่างการตรวจด้วยการใช้มือคลำกับการใช้เครื่องมือที่ประดิษฐ์ขึ้น จากการประเมินประสิทธิภาพของเครื่องมือและทำการประเมินความพึงพอใจในการใช้งาน พบว่าความสามารถในการตรวจหาก้อนโดยการใช้มือคลำเปรียบเทียบกับเครื่องมือที่ประดิษฐ์ขึ้นไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สำหรับทดสอบประสิทธิภาพความถูกต้องของเครื่องมือที่ประดิษฐ์พบว่า มีค่าความไวเท่ากับร้อยละ 30 ความจำเพาะเท่ากับร้อยละ 46 ค่าพยากรณ์บวกเท่ากับร้อยละ 36 ค่าพยากรณ์ลบเท่ากับร้อยละ 40 ความถูกต้องเท่ากับร้อยละ 41 โดยค่าดังกล่าวเป็นค่าที่กำหนดจากการตรวจพบก้อนอย่างน้อย 1 ก้อน สำหรับผลการประเมินความพึงพอใจโดยรวมจากกลุ่มตัวอย่างอยู่ในระดับดี อย่างไรก็ตามเครื่องมือที่ประดิษฐ์ขึ้นนั้นยังมีข้อจำกัดในด้านการใช้งานและประสิทธิภาพของการตรวจอยู่บ้าง ดังนั้นควรมีการศึกษาเกี่ยวกับการปรับปรุงเพื่อแก้ไขพัฒนาและเพิ่มประสิทธิภาพต่อไปในอนาคต

คำสำคัญ: การตรวจคัดกรองมะเร็งเต้านม, การตรวจเต้านมด้วยตนเอง, การสร้างภาพเชิงกล, มะเร็งเต้านม

Abstract:

Breast cancer is the most common causes of death from cancer in Thai women. Therefore, the early detection and screening plays a vital role for reduction in breast cancer mortality. A typical method of the screening is the Palpatory Breast-Self Examination (PBSE). However, the effectiveness of detection depend on the examiner's proficiency and confidence to make a decision in the abnormal breast. So, the purposes of this study were to invent a Breast–Self Exam Device (BSED) for screening of breast lumps in breast phantom. We designed a device by utilizing a principle of mechanical imaging using a pressure sensor. Data from the pressure sensor were analyzed from microcontroller board and program and were shown as shades of image. To evaluate the device, the number of breast lump detecting was compared between BSED and PBSE and the validity of BSED was assessed by calculating diagnostic test and measuring the satisfaction of examiners. The results of this study revealed that there was no statistically significant difference between BSED and PBSE ($p<0.05$). The validity of BSED had sensitivity = 30% specificity = 46% PPV = 36% NPV = 40% accuracy = 41% under the criteria that the BSED found at least one lump. The satisfaction was evaluated as good. From this work, there remain a limitation of usability and efficiency. Further study is needed to improve and develop the device system.

Keywords: breast cancer, breast cancer screening, breast-self examination, mechanical imaging

บทนำ

มะเร็งเต้านมเป็นโรคมะเร็งที่พบมากในผู้หญิงไทย ที่เกิดจากปัจจัยเสี่ยงหลายประการ เช่น อายุการเริ่มมีประจำเดือนเร็วหรือการหมดประจำเดือนช้า การไม่มีบุตร การให้ฮอร์โมนในสตรีวัยหมดประจำเดือน การได้รับรังสี หรือการมีประวัติการเป็นมะเร็งในครอบครัว เป็นต้น จากรายงานทะเบียนมะเร็งฉบับล่าสุด (พ.ศ. 2554) ของสถาบันมะเร็งแห่งชาติ พบว่าผู้ป่วยมะเร็งในเพศหญิงที่เข้ารับการรักษาส่วนใหญ่มาจากโรคมะเร็งเต้านมถือว่าเป็นอันดับหนึ่งของโรคมะเร็งที่พบในผู้หญิงไทย[1] คิดเป็นร้อยละ 37.5

สำหรับวิธีการตรวจเพื่อคัดกรองมะเร็งเต้านมในผู้หญิงถูกนำเสนอในปี พ.ศ. 2529 โดย Professor Sir Patrick Forrest ร่วมกับระบบดูแลสุขภาพแห่งชาติ (National Health Service) ประเทศอังกฤษได้เริ่มมีการแนะนำให้ผู้หญิงทำการตรวจคัดกรองมะเร็งเต้านมและตามรายงานในปี พ.ศ. 2531 แนะนำให้ผู้หญิงที่มีอายุ 50 ปีขึ้นไป เข้ารับการตรวจคัดกรองมะเร็งเต้านมด้วยแมมโมกร๊าฟฟี่ (Mammography) ซึ่งจะทำให้สามารถตรวจพบก้อนมะเร็งภายในเต้านมในระยะเริ่มแรก ทำให้ประสิทธิภาพในการรักษาเพิ่มมากขึ้น และส่งผลให้มีอายุขัยที่ยืนยาวมากขึ้น[2] สำหรับการตรวจแมมโมแกรมนั้นให้ผลที่ค่อนข้างแม่นยำ แต่อย่างไรก็ตามค่าใช้จ่ายในการตรวจยังคงค่อนข้างสูงและผู้ป่วยได้รับปริมาณรังสีเข้าสู่ร่างกายในขณะตรวจ[3,4] ในปัจจุบันการคลำก้อนมะเร็งด้วยตนเอง (self-breast examination) เป็นวิธีการที่เหมาะสมสำหรับการตรวจหามะเร็งเต้านมในระยะแรก เนื่องจากเป็นวิธีการที่ง่ายและประหยัด อย่างไรก็ตามการเป็นมะเร็งเต้านมในระยะเริ่มแรกก้อนที่เกิดขึ้นอาจมีขนาดเล็ก ตลอดจนความลึก รูปร่างลักษณะและขอบเขตที่แตกต่างกัน ทำให้ผู้คลำไม่สามารถแยกความผิดปกติขนาดเล็กออกจากเนื้อเยื่อปกติได้ ซึ่งอาจทำให้ผู้คลำขาดความมั่นใจที่จะตัดสินใจว่าเกิดการเปลี่ยนแปลงในเต้านมหรือไม่ นอกจากนี้การมีทักษะและความชำนาญยังเป็นอีกปัจจัยสำคัญในการตรวจหาก้อนด้วยวิธีการคลำด้วยตัวเอง[5]

ในปี พ.ศ. 2546 Sarvazyan และ Egorov[6] ได้มีการริเริ่มศึกษาค้นคว้าวิจัยในการประดิษฐ์เครื่อง Palpatory self-examination ซึ่งใช้เป็นแนวทางให้ผู้หญิงสามารถตรวจเต้านมด้วยตนเอง โดยเครื่องมือดังกล่าวยังช่วยให้แพทย์สามารถวินิจฉัยและรักษาผู้ป่วยได้ทันท่วงทีและเพิ่มโอกาสการหายจากโรคมะเร็งเต้านมได้ ระบบการทำงานภายในของเครื่องมือใช้หลักการของการสร้างภาพเชิงกล (mechanical imaging) ซึ่งเป็นสาขาหนึ่งของการสร้างภาพจากความยืดหยุ่น (elastrography) สำหรับเทคนิคการสร้างภาพนี้เริ่มพัฒนาขึ้นที่ห้องปฏิบัติการเออร์ทาน (Artann) ตั้งแต่ต้นปี พ.ศ. 2533 การสร้างภาพลักษณะนี้อาจเรียกว่า การถ่ายภาพจากความเค้น (stress imaging) หรือการถ่ายภาพจากการสัมผัส (tactile imaging) โดยต้องคลำด้วยตนเองให้ใกล้ชิดที่สุด และในปี พ.ศ. 2534 จนถึงปี พ.ศ. 2548 มีรายงานที่เกี่ยวกับการนำวิธีการสร้างภาพเชิงกลมาใช้งานทางคลินิก รวมถึงการตรวจหามะเร็งเต้านมเพิ่มขึ้นด้วยหลักการสร้างภาพจากโครงสร้างภายในของเนื้อเยื่อจากข้อมูลของแรงกดที่ได้จากแถวเซ็นเซอร์ที่แนบกับจุดตรวจสอบและผลการเปลี่ยนแปลงในรูปแบบความเค้นบนพื้นผิว โดยประยุกต์จากจำนวนและเวลาในการเก็บข้อมูลจากความยืดหยุ่นและโครงสร้างเนื้อเยื่อต้นแบบ[7-9] สำหรับตัวรับสัญญาณหรือตัวตรวจจับการเปลี่ยนแปลงของคุณสมบัติเชิงกลจากความยืดหยุ่น (elasticity) ในเนื้อเยื่อจะใช้เซนเซอร์แรงกดแบบแถว (pressure sensor array)[6] แต่อย่างไรก็ตามเซนเซอร์แรงกดแบบแถวนั้นมีราคาค่อนข้างสูงและจะต้องสั่งนำเข้าจากต่างประเทศ

ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะประดิษฐ์เครื่องมือที่ช่วยในการตรวจคัดกรองมะเร็งเต้านมด้วยตนเองที่มีหลักการคล้ายกับการคลำด้วยมือเพื่อช่วยตรวจหาก้อนในเต้านมเบื้องต้นด้วยตนเอง โดยเครื่องมือที่ประดิษฐ์ขึ้นทำจากวัสดุที่หาง่ายภายในประเทศ ราคาไม่แพง มีความสะดวกในการใช้งาน และที่สำคัญมีความสามารถในการพบก้อนในเต้านมได้ ซึ่งหลักการดังกล่าวจะเป็นแนวทางที่นำไปสู่การตรวจคัดกรองผู้หญิงที่มีโอกาสเสี่ยงต่อการเป็นโรคมะเร็งเต้านมได้ดียิ่งขึ้น

วัตถุประสงค์

เพื่อออกแบบและประดิษฐ์เครื่องต้นแบบสำหรับการตรวจหาก้อนในเต้านมด้วยตนเองและประเมินประสิทธิภาพของเครื่องต้นแบบการตรวจเต้านมด้วยตนเองจากการตรวจหาก้อนในแบบจำลองเต้านมที่ผลิตจากซิลิโคน

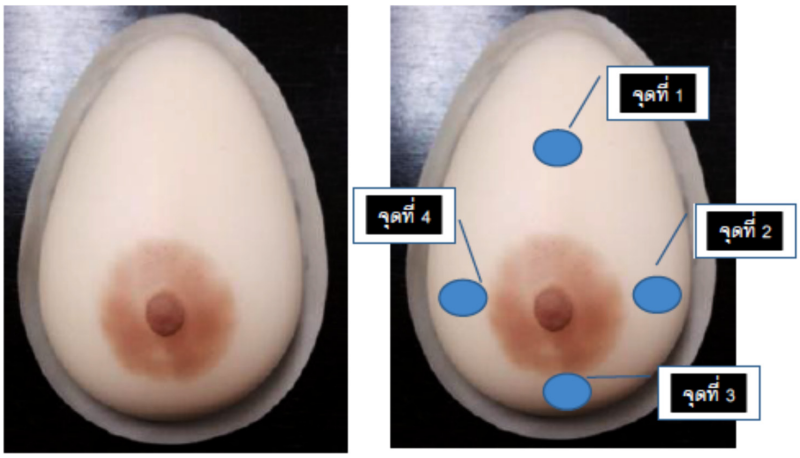
วัสดุและวิธีการ

แบบจำลองเต้านม (breast phantom)

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้ใช้แบบจำลองเต้านมสำเร็จรูปที่ผลิตจากซิลิโคน (โมเดลเต้านมเทียมสำหรับการสอนตรวจมะเร็ง บริษัทมีชัยการรัชย์ จำกัด) จำนวน 2 ชิ้น โดยแบบจำลองชิ้นแรกเป็นแบบจำลองที่ไม่มีพยาธิสภาพภายในเต้านมและแบบจำลองเต้านมชิ้นที่สองมีพยาธิสภาพภายในเต้านม สำหรับก้อนพยาธิสภาพที่อยู่ภายในแบบจำลองเต้านมมีลักษณะทรงกลมผิวเรียบ จำนวน 4 ก้อน ซึ่งมีขนาดแตกต่างกันดังรูปที่ 1

หลักการทำงานของเครื่องต้นแบบการตรวจเต้านมด้วยตนเอง

เครื่องต้นแบบการตรวจเต้านมด้วยตนเองที่ประดิษฐ์ขึ้นนี้ ประกอบด้วย เซนเซอร์ วงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้า บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ โปรแกรมที่บรรจุในบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ และโปรแกรมประมวลผลในคอมพิวเตอร์ โดยมีหลักการทำงานคือ ตัวเซนเซอร์รับแรงกดและแปลงสัญญาณแรงกดนี้เป็นความต้านทาน โดยความต้านทานนี้ถูกเปลี่ยนเป็นค่าแรงดันด้วยวงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้า จากนั้นสัญญาณแรงดันไฟฟ้าจะถูกอ่านค่าด้วยบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งโปรแกรมในบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์นี้จะแปลงค่าแรงดันไฟฟ้าที่อ่านเป็นค่าแรง ในหน่วยนิวตัน โปรแกรมในบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ จะทำการบันทึกค่าแรงดันในทุกๆ 0.2 วินาที โดยผู้ใช้จะทำการกดทั้งสิ้น 28 จุด และทำการบันทึกด้วยตนเอง จากนั้นโปรแกรมประมวลผลในคอมพิวเตอร์ จะทำการหาค่าแรงกดสูงสุดในการกดแต่ละครั้ง และสร้างภาพแรงกดตามตำแหน่งที่กด ทั้งสิ้น 28 ตำแหน่ง เพื่อให้ผู้ใช้ประเมินผลต่อไป



A B

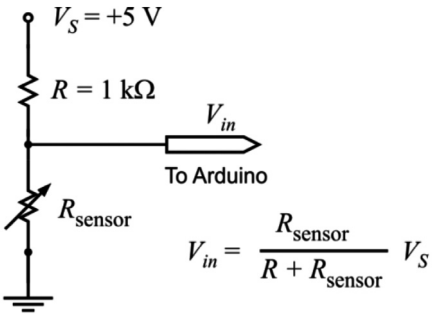
รูปที่ 1 แบบจำลองเต้านมทำจากซิลิโคนที่ใช้ในงานวิจัย ชนิดไม่มีก้อนพยาธิสภาพ (A) และชนิดมีก้อนมีพยาธิสภาพและแสดงตำแหน่งของก้อนพยาธิสภาพทั้ง 4 จุด โดยจุดที่ 1 ก้อนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 มม. จุดที่ 2 ก้อนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 มม. จุดที่ 3 ก้อนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 มม. และ จุดที่ 4 ก้อนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 12 มม. ตามลำดับ (B)

เซนเซอร์และการทดสอบเซนเซอร์

เซนเซอร์สำหรับการศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นชนิดเซนเซอร์วัดแรงกด (Force Sensitive Resistor, FSR TM402) ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 นิ้ว (12.7 มิลลิเมตร) คณะผู้วิจัยได้ทำการทดสอบความเที่ยงตรงของเซนเซอร์ด้วยการเชื่อมต่อกับมัลติมิเตอร์และตัวต้านทานบนแผ่นโพรโทบอร์ด และทำการวัดค่าความต่างศักย์ที่ได้จากการกดเซนเซอร์ลงบนแบบจำลองเต้านมที่ไม่มีพยาธิสภาพ โดยแบ่งพื้นที่การทดสอบบนแบบจำลองเต้านมออกเป็นช่องทั้งหมด 28 ช่อง และทำการทดสอบซ้ำ 10 ครั้ง เพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์การกระจายในแต่ละช่องและวิเคราะห์หาความเที่ยงตรงของเซนเซอร์ก่อนการใช้งาน จากนั้นทำการทดสอบความสามารถในการตรวจหาก้อนด้วยการวัดค่าความต่างศักย์ที่ได้จากการกดเซนเซอร์ลงบนแบบจำลองเต้านมที่มีพยาธิสภาพ โดยการทดสอบได้ทำการวัดค่าตำแหน่งที่มีก้อนเปรียบเทียบกับตำแหน่งที่ไม่มีก้อนจำนวน 28 ช่อง และทำการทดสอบซ้ำ 10 ครั้ง จากนั้นทำการเปรียบเทียบความต่างศักย์ของแต่ละช่องบนแบบจำลองเต้านมที่มีและไม่มีพยาธิสภาพ

การออกแบบวงจรของเครื่องต้นแบบการตรวจเต้านมด้วยตนเอง

คณะผู้วิจัยทำการออกแบบวงจรของเครื่องต้นแบบการตรวจเต้านมด้วยตนเอง โดยใช้ทฤษฎีการแบ่งแรงดันไฟฟ้า (voltage divider circuit) ซึ่งอ่านค่าแรงกดจากตัวเซนเซอร์ โดยวงจรแบ่งแรงดันมีลักษณะดังรูปที่ 2 สำหรับวงจรแบ่งแรงดันที่สร้างขึ้นนี้ทำหน้าที่แปลงสัญญาณความต้านทาน ซึ่งแปรผันตรงกับค่าแรงกดที่กดลงบนตัวเซนเซอร์ เป็นค่าแรงดันเพื่อส่งต่อไปยังบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์โดยแรงดันที่ได้จะขึ้นกับค่าความต้านทานของเซนเซอร์ (R_{sensor}) ค่าความต้านทาน (R=1 kΩ) และค่าแรงดันของแหล่งจ่าย (V_S=5 V) โดยคณะผู้วิจัยหาค่า V_S=5 V จากค่าแรงดันที่บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์จ่ายออกมา และหาค่า R=1 kΩ จากการทดสอบเบื้องต้นว่าสัญญาณแรงดันที่แปรตามแรงกดนี้จะมีความต่างของแรงดันมากที่สุด ซึ่งรายละเอียดของการเลือกค่าความต้านทานนี้อธิบายได้จากสมการดังต่อไปนี้



รูปที่ 2 วงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้า

จากวงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้าที่แสดงดังรูปที่ 2 จะได้ว่าค่าแรงดันที่อ่านได้คือ

$$V_{in} = \frac{R_{sensor}}{R + R_{sensor}} V_S \quad (1)$$

กำหนดให้ ขณะกดเซนเซอร์เล็กน้อยหรือเซนเซอร์เริ่มรับรู้ว่ามีแรงกด ค่าความต้านทานของเซนเซอร์จะมีค่าสูงสุด คือ $R_{sensor} = R_{sensor,\ max}$ (ค่าอยู่ในระดับ 10 kΩ) และขณะเซนเซอร์รับแรงกดสูงสุด (ค่าอยู่ในระดับ 100 Ω) ดังนั้นจะได้ว่าแรงดันที่อ่านได้ สูงสุดและต่ำสุด คือ

$$V_{in,\min} = \frac{R_{sensor,\min}}{R + R_{sensor,\min}} V_S \quad \text{และ} \quad V_{in,\max} = \frac{R_{sensor,\max}}{R + R_{sensor,\max}} V_S \quad (2)$$

ความต่างของแรงดัน Vin ขณะได้รับและไม่ได้รับแรงกด คือ

$$\Delta V_{in} = V_{in,\max} - V_{in,\min} = \left(\frac{R_{sensor,\max}}{R + R_{sensor,\max}} - \frac{R_{sensor,\min}}{R + R_{sensor,\min}} \right) V_S \quad (3)$$

ความต่างนี้จะมีค่าสูงสุดเมื่อ $\frac{d\,\Delta V_{in}}{dR} = 0$ คือ

$$\frac{d\,\Delta V_{in}}{dR} = \left(\frac{-R_{sensor,\max}}{(R + R_{sensor,\max})^2} - \frac{-R_{sensor,\min}}{(R + R_{sensor,\min})^2} \right) \cdot V_S = 0 \quad (4)$$

ซึ่งเมื่อแก้สมการ (4) แล้วจะได้ ความต้านทาน R ที่เหมาะสมสำหรับวงจรแบ่งแรงดันนี้คือ

$$R = \sqrt{R_{sensor,\max} \cdot R_{sensor,\min}} \quad (5)$$

การออกแบบโปรแกรมประมวลผลภาพ

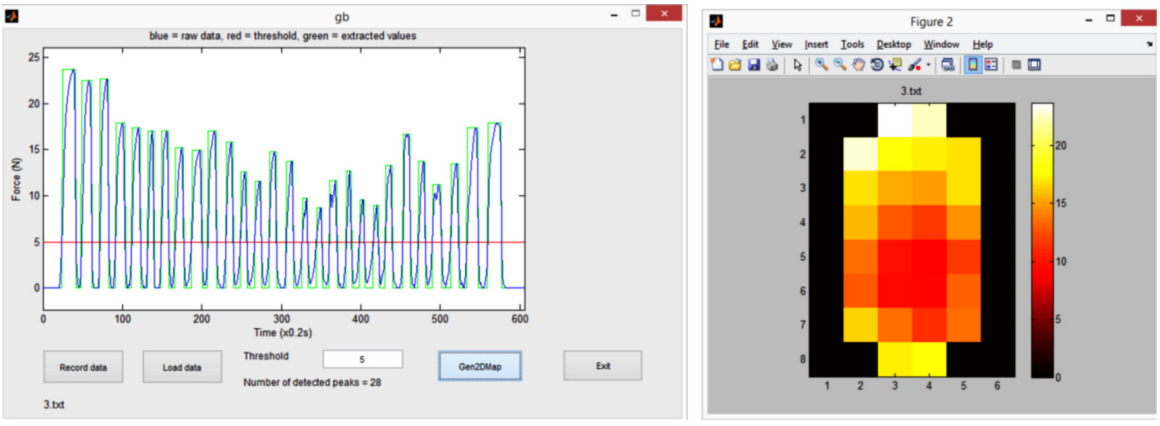
คณะผู้วิจัยออกแบบโปรแกรมประมวลผลภาพขึ้นโดยใช้ข้อมูลความต่างศักย์จากเซ็นเซอร์ที่เชื่อมต่อกับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ (Arduino Uno R3) ที่ใช้สำหรับอ่านค่าความต้านทานจากแรงกดดังรูปที่ 3 อุปกรณ์ดังกล่าวสามารถเชื่อมต่อเข้ากับระบบคอมพิวเตอร์ทั่วไปได้ จากนั้นได้ออกแบบรูปแบบโปรแกรมประมวลผลภาพจากข้อมูลเพื่อแสดงข้อมูลภาพในลักษณะตารางแสดงผลโดยวิเคราะห์ผลจากแรงกดที่กระทำในพื้นที่ทดสอบจำนวน 28 ช่องบนแบบจำลองเต้านม สำหรับภาพที่ได้จากการทดสอบสามารถแสดงผลออกเป็นเฉดสีที่มีความแตกต่างกันตามระดับแรงกด ดังรูปที่ 3

การออกแบบและประดิษฐ์เครื่องต้นแบบการตรวจเต้านมด้วยตนเอง

โดยแรกเริ่มคณะผู้วิจัยได้ออกแบบโมเดลเครื่องมีลักษณะเป็นทรงกระบอกติดสปริง โดยมีสเกลบอกระดับให้กับผู้ทดสอบเพื่อทำการทดสอบ โดยระดับของสเกลบนโมเดลทำให้สามารถควบคุมแรงกดได้ และนำมาเชื่อมต่อกับเซนเซอร์และโปรแกรมประมวลผลภาพเพื่อแสดงผลการตรวจ จากนั้นทำการทดสอบหาค่าแรงกดที่เหมาะสมจากการกดสปริงลงบนแบบจำลองเต้านมที่มีพยาธิสภาพซึ่งได้ทำการสร้างช่องตารางจำนวน 28 ช่อง จากนั้นทำการทดสอบค่าแรงกดในแต่ละช่องตามระดับตามสเกลของโมเดลเครื่องมือที่กำหนดไว้บนตัวโมเดลเครื่อง สำหรับการวิเคราะห์ผลนั้นเนื่องจากรู้ตำแหน่งของก้อนพยาธิสภาพ ดังนั้นจึงสามารถวิเคราะห์ได้ว่า ณ ตำแหน่งที่มีก้อนพยาธิสภาพ แรงกดเท่าไหร่ที่ระบุความผิดปกติได้ดีที่สุด และหลังจากที่ได้แรงกดที่เหมาะสมแล้วจะนำค่าแรงกดดังกล่าวทำการประดิษฐ์เครื่องต้นแบบการตรวจเต้านมด้วยตนเองต่อไป

การประเมินประสิทธิภาพของเครื่องในการตรวจหาก้อนในแบบจำลองเต้านม

ทดสอบความสามารถในการตรวจหาก้อนเปรียบเทียบระหว่างเครื่องต้นแบบการตรวจเต้านมด้วยตนเองกับการใช้มือคลำโดยนำเครื่องต้นแบบการตรวจเต้านมด้วยตนเองที่ได้เชื่อมต่อกับโปรแกรมประมวลผล จากนั้นแบ่งพื้นที่แบบจำลองเต้านมทั้งที่มีพยาธิสภาพและไม่มีพยาธิสภาพออกเป็น 28 ช่อง โดยให้ผู้ทดสอบ



รูปที่ 3 การแสดงผลของโปรแกรมประมวลผลที่ออกแบบ โดยรูปซ้ายมือ แกน Time คือเวลาในหน่วย 0.2 วินาที ต่อ 1 จุด เส้นสีน้ำเงิน คือ ผลการวัดแรงกดจากอุปกรณ์ โดยวัดต่อเนื่องทุกๆ 0.2 วินาที เส้นสีเขียว คือ ผลการประมวลหาค่าแรงกดสูงสุดในการกดแต่ละครั้ง และ เส้นสีแดงคือระดับขีดแบ่ง (threshold) ที่ผู้ใช้ป้อนให้แก่โปรแกรมเพื่อใช้แบ่งการกดแต่ละครั้งออกจากกัน โดยแกนตั้งคือค่าแรง ในหน่วย นิวตัน (N)

ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างผู้หญิงที่มีอายุ 20 ปีขึ้นไป จำนวน 30 คน ทำการทดสอบโดยใช้เครื่องต้นแบบการตรวจเต้านมด้วยตนเองเพื่อตรวจหาก้อนในแบบจำลองเต้านมที่มีพยาธิสภาพและไม่มีพยาธิสภาพ โดยกำหนดให้ผู้ทดสอบทำการกดเซ็นเซอร์บนช่องที่แบ่งไว้บนแบบจำลองเต้านม เริ่มทำการกดตั้งแต่ช่องหมายเลข 1 จนถึงช่องหมายเลข 28 โดยคณะผู้วิจัยได้อธิบายการใช้เครื่องต้นแบบการตรวจเต้านมด้วยตัวเอง และให้ผู้ทดสอบศึกษาคู่มือการใช้เครื่องต้นแบบการตรวจเต้านมด้วยตัวเองก่อนการทดสอบ ภายหลังจากทำการทดสอบแล้วผู้ทดสอบจะไม่ทราบผลการทดสอบ สำหรับการวิเคราะห์ผลใช้วิธีการเปรียบเทียบกับแผนภาพอ้างอิงของแบบจำลองเต้านมที่ไม่มีพยาธิสภาพ ซึ่งแผนภาพดังกล่าวเป็นค่าเฉลี่ยจากการใช้เครื่องมือที่ประดิษฐ์ขึ้นกดลงบนแบบจำลองเต้านมที่ไม่มีพยาธิสภาพจำนวน 10 ครั้ง จำนวน 28 ช่อง จากนั้นนำมาสร้างแผนภาพอ้างอิงและกำหนดช่วงสีที่ปกติตามช่องต่างๆ

ภายหลังจากเสร็จสิ้นการทดสอบเป็นเวลา 24 ชั่วโมงให้กลุ่มตัวอย่างผู้หญิง ดังกล่าวทำการทดสอบซ้ำอีกครั้งด้วยการใช้มือคลำตรวจหาก้อนในแบบจำลองเต้านมที่มีพยาธิสภาพและไม่มีพยาธิสภาพ โดยผู้ทดสอบได้รับการอบรมให้ความรู้เกี่ยวกับวิธีการตรวจเต้านมด้วยตนเองด้วยการเปิดวิดีทัศน์ให้ศึกษาเพื่อทำความเข้าใจวิธีการใช้มือคลำก้อน และบันทึกผลตำแหน่งที่สามารถคลำพบก้อน จากนั้นทำการเปรียบเทียบกับผลที่ได้จากการใช้เครื่องต้นแบบการตรวจเต้านมด้วยตนเองกับผลที่ได้จากการใช้มือคลำโดยวิเคราะห์ผลที่ได้ด้วยสถิติ t-test

นอกจากนี้ทำการคำนวณหาค่าความไว ค่าความจำเพาะ ค่าความถูกต้อง ค่าพยากรณ์บวก และค่าพยากรณ์ลบโดยให้กลุ่มตัวอย่างผู้หญิงดังกล่าวที่ทำการทดสอบโดยใช้เครื่องต้นแบบการตรวจเต้านมด้วยตนเองตรวจหาก้อนในแบบจำลองเต้านมที่มีพยาธิสภาพและไม่มีพยาธิสภาพ และทำการประเมินความพึงพอใจโดยการตอบแบบสอบถามในการใช้งานเครื่องต้นแบบการตรวจเต้านมด้วยตนเอง

ผลการศึกษา

เซนเซอร์และการทดสอบเซนเซอร์

จากการวัดค่าความต่างศักย์เพื่อทดสอบความเที่ยงตรงของเซนเซอร์พบว่ามีค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (%CV) เท่ากับ 4.7±1.54 แสดงถึงความเที่ยงตรงของเซนเซอร์ในการอ่านค่าของแต่ละตำแหน่งที่ทำการทดสอบโดยค่าสัมประสิทธิ์ดังกล่าวมีการกระจายที่น้อยกว่าร้อยละ 10 ซึ่งเป็นเกณฑ์การยอมรับได้ของเซนเซอร์ สำหรับการวัดค่าความต่างศักย์เพื่อทดสอบความสามารถในการตรวจหาก้อนของเซนเซอร์ด้วยการกดบนแบบจำลองเต้านมที่มีพยาธิสภาพ ผลการทดสอบพบว่าในแถวเดียวกัน ความต่างศักย์ของช่องที่ไม่ก้อนพยาธิกับก้อนที่มีพยาธิสภาพมีความแตกต่างกัน และสำหรับในแถวเดียวกันตำแหน่งของช่องที่ไม่มีพยาธิสภาพมีค่าความต่างศักย์ใกล้เคียงกัน แสดงถึงความเที่ยงตรงดีของเซนเซอร์

การออกแบบโปรแกรมประมวลผลภาพ

คณะผู้วิจัยออกแบบโปรแกรมประมวลผลภาพที่สามารถสร้างแผนภาพในรูปแบบตารางแสดงผลโดยเมื่อทำการวิเคราะห์ผลจากแรงกดบนตารางที่วาดลงบนแบบจำลองเต้านมทั้ง 28 ช่อง ทำให้ได้เฉดสีที่แตกต่างกันตามระดับแรงกดที่สามารถแสดงข้อมูลในการประมวลผลภาพได้

การออกแบบและประดิษฐ์เครื่องต้นแบบการตรวจเต้านมด้วยตนเอง

ผลการทดสอบหาค่าแรงกดที่เหมาะสมจากเครื่องต้นแบบพบว่าก้อนที่ตรวจพบแสดงค่าแรงกดเท่ากับ 23 นิวตัน จากการทดสอบแรงกดสูงสุดของเซนเซอร์ที่ใช้งานในครั้งนี้พบว่ามีค่าเท่ากับ 22.56 นิวตัน ซึ่งสามารถใช้งานในการตรวจก้อนได้ (วัดแรงกดขนาด 2.3 กิโลกรัมด้วยตาชั่ง) ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงใช้ค่าแรงกดเท่ากับ 23 นิวตัน ในการประดิษฐ์เครื่องต้นแบบการตรวจเต้านมด้วยตนเองเพื่อให้สามารถตรวจพบก้อนได้อย่างเหมาะสม โดยค่าที่อ่านได้จาก Arduino เท่ากับ 502.62

(0 = 0 V, 1023 = 5 V) ซึ่งสามารถทำการแปลงหน่วยแรงกดให้เป็นหน่วยของแรง (นิวตัน) ด้วยการเทียบวัดดังกล่าว

สำหรับการออกแบบลักษณะและรูปลักษณ์ของเครื่องมือ คณะผู้วิจัยได้สร้างหัวตรวจจากไม้เพื่อให้มีลักษณะสวยงาม ทนทาน และสามารถหยิบจับได้สะดวก จากนั้นทำการเชื่อมต่อเซนเซอร์เข้ากับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อประกอบเป็นเครื่องต้นแบบการตรวจเต้านมด้วยตนเองที่สมบูรณ์พร้อมใช้งาน ดังรูปที่ 4

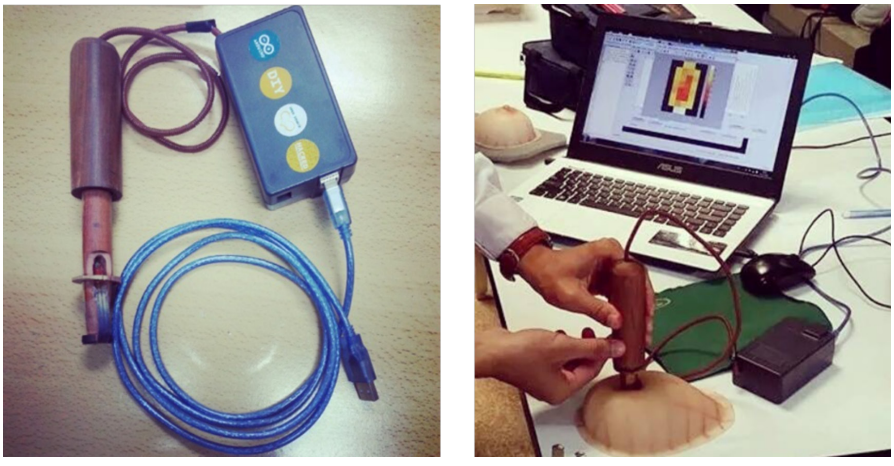
การประเมินประสิทธิภาพของเครื่องในการตรวจหาก้อนในแบบจำลองเต้านม

ผลการทดสอบความสามารถในการตรวจหาก้อนของเครื่องต้นแบบการตรวจเต้านมด้วยตนเองเปรียบเทียบกับการใช้มือคลำจากผู้ทดสอบซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างผู้หญิง จำนวน 30 คน พบว่าความสามารถในการตรวจพบก้อนของทั้งสองแบบเมื่อวิเคราะห์ผลด้วยสถิติ t-test โดยกำหนดช่วงความเชื่อมั่นที่ระดับร้อยละ 95 พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) และเมื่อทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องมือประกอบด้วยค่าความไว ความจำเพาะ ค่าพยากรณ์บวก ค่าพยากรณ์ลบ และค่าความถูกต้องโดยกำหนดให้ตรวจพบก้อนอย่างน้อย 1 ก้อน พบว่ามีค่าเท่ากับร้อยละ 30, 46, 36, 40 และ 41 ตามลำดับ

สำหรับการประเมินความพึงพอใจ พบว่าความพึงพอใจในการใช้งานเครื่องต้นแบบการตรวจเต้านมด้วยตนเองอยู่ในระดับดี (ค่าเฉลี่ย = 3.90 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.691)โดยภาพรวมด้านความสะดวกในการใช้อุปกรณ์ ความยากง่ายในการใช้อุปกรณ์อยู่ในระดับดี ส่วนด้านรูปแบบอุปกรณ์ความสวยงามอยู่ในระดับปานกลาง

วิจารณ์

การตรวจคัดกรองมะเร็งเต้านมในระยะเริ่มต้นนั้นมีความสำคัญ โดยทั่วไปการตรวจคัดกรองมะเร็งเต้านมเบื้องต้นสามารถใช้วิธีการคลำด้วยมือซึ่งสามารถทำได้ด้วยตนเอง อย่างไรก็ตามการคลำด้วยมือมีข้อจำกัดในเรื่องของทักษะในการคลำของผู้ตรวจ และการขาดความมั่นใจที่จะตัดสินใจว่ามีการเปลี่ยนแปลงในเต้านมหรือไม่[5] จากปัญหาดังกล่าวในปี พ.ศ. 2541 Sarvazyan และ Egorov[6] จึงได้มีการริเริ่มศึกษาค้นคว้าวิจัยในการประดิษฐ์เครื่องมือซึ่งใช้เป็นแนวทางให้ผู้หญิงตรวจเต้านม



A B

รูปที่ 4 เครื่องต้นแบบการตรวจเต้านมด้วยตนเองที่เสร็จสมบูรณ์เชื่อมต่อเข้ากับตัวบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ (A) และแสดงการใช้งานเครื่องต้นแบบการตรวจเต้านมด้วยตนเองที่ประดิษฐ์ขึ้น (B)

เบื้องต้นด้วยตนเองและช่วยให้แพทย์สามารถวินิจฉัยและรักษาผู้ป่วยได้ โดยอาศัยหลักการของการสร้างภาพจากข้อมูลเชิงกลซึ่งเป็นการตรวจจับการเปลี่ยนแปลงของคุณสมบัติเชิงกลจากความยืดหยุ่น (elasticity) ในเนื้อเยื่อเต้านม โดยใช้เซนเซอร์แรงกดแบบแถว จากงานวิจัยดังกล่าว คณะผู้วิจัยจึงมีแนวคิดออกแบบเครื่องต้นแบบการตรวจเต้านมด้วยตนเอง โดยมีการสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับเซนเซอร์แรงกดแบบแถว ซึ่งพบว่าเซนเซอร์แรงกดแบบแถวมีราคาแพง และต้องนำเข้าจากต่างประเทศ ทางคณะผู้วิจัยจึงได้เลือกเซนเซอร์ที่จะนำมาใช้ในงานวิจัยชนิดเซนเซอร์แรงกดแบบจุดเพื่อนำมาทดสอบ ซึ่งการศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นการทดสอบเบื้องต้นเพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการนำเซนเซอร์ดังกล่าวมาใช้งานตรวจหาก้อนในเต้านมโดยเซนเซอร์ที่เลือกใช้มีราคาถูก และสามารถหาซื้อได้ภายในประเทศ สำหรับแบบจำลองเต้านมที่ทำจากซิลิโคนนั้น คณะผู้วิจัยได้ใช้แบบจำลองเต้านมสำเร็จรูปซึ่งเป็นโมเดลที่มีขายตามท้องตลาดมีรูปร่างโค้งนูน อาจทำให้ผลวิจัยมีความคลาดเคลื่อนได้ ซึ่งในงานวิจัยต่อไปควรมีการศึกษาในแบบจำลองเต้านมที่มีรูปร่างสมมาตรเป็นระนาบเดียวกันด้วย มากกว่านั้นทางคณะผู้วิจัยยังไม่ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับขนาดของก้อนพยาธิสภาพที่แตกต่างกันกับเครื่องมือที่ประดิษฐ์ ซึ่งควรทำการศึกษาต่อไปในอนาคต

สำหรับขั้นตอนการออกแบบเครื่องต้นแบบการตรวจเต้านมด้วยตนเองประกอบด้วยการจัดทำรูปแบบหัวตรวจ (เซนเซอร์) ในตอนขั้นตอนแรก คณะผู้วิจัยได้ออกแบบเป็นรูปแบบเมาส์คอมพิวเตอร์ซึ่งคล้ายกับหัวตรวจในการศึกษาวิจัยของ Egorov และ Sarvazyan[11] ในปี พ.ศ. 2551 แต่เมื่อนำมาทดสอบพบว่าตัวตรวจรูปแบบเมาส์นั้นไม่เหมาะสมที่จะนำมาทำเป็นหัวตรวจ เนื่องจากมีขนาดใหญ่กว่าเซนเซอร์ที่มีขนาดเล็กทำให้ขณะกดลงบนแบบจำลองเต้านมให้ค่าไม่คงที่ ผลการทดสอบเกิดความคลาดเคลื่อน และการกดแต่ละครั้งน้ำหนักที่กดลงไปมีค่าไม่เท่ากัน ด้วยเหตุนี้คณะผู้จัดทำจึงได้คิดรูปแบบหัวตรวจใหม่เป็นแบบทรงกระบอกติดสปริงที่สามารถบอกระดับสเกลโดยมีขนาดเท่ากับขนาดของเซนเซอร์

อย่างไรก็ตามการศึกษาวิจัยของ Crystal และคณะ[12] ในปี พ.ศ. 2546 ได้ทำการศึกษาการใช้เครื่องอัลตราซาวด์เปรียบเทียบกับการใช้เครื่องแมมโมกร๊าฟฟี่ในการตรวจคัดกรองเพื่อดูความแตกต่างของความหนาแน่นภายในเต้านมผู้หญิง พบว่าการใช้เครื่องอัลตราซาวด์มีส่วนช่วยในการตรวจคัดกรองผู้หญิงที่มีความเสี่ยงเป็นโรคมะเร็งเต้านมได้ดีโดยเครื่องอัลตราซาวด์สามารถบอกความแตกต่างของเนื้อเยื่อเต้านมที่มีความหนาแน่นมากได้ดีกว่าเครื่องแมมโมกร๊าฟฟี่ ดังนั้นการศึกษาเปรียบเทียบเครื่องต้นแบบการตรวจเต้านมด้วยตนเองกับเครื่องอัลตราซาวด์น่าจะเป็นสิ่งที่น่าสนใจในการทดลองต่อไป การศึกษาวิจัยในครั้งนี้ทำให้ทราบว่าการเลือกใช้เซนเซอร์แบบจุดอาจทำให้ได้ข้อมูลไม่เพียงพอและเกิดความคลาดเคลื่อนได้ในการกดแต่ละครั้ง ทำให้ในขั้นตอนประมวลผลภาพเกิดการคลาดเคลื่อนของเฉดสีได้ นอกจากนี้เครื่องมือที่ประดิษฐ์ขึ้นเป็นเครื่องต้นแบบและการศึกษานำร่อง จากการที่ได้ค่าความไวและความจำเพาะน้อยกว่าร้อยละ 80 นั้น แสดงให้เห็นว่าประสิทธิภาพในการวินิจฉัยของเครื่องมือยังอยู่ในระดับต่ำ ดังนั้นควรจะมีการพัฒนาและปรับปรุงในเรื่องของตัวเซนเซอร์ โปรแกรมการประมวลผล รูปลักษณ์ ความสวยงามต่อไป สำหรับการวิเคราะห์ผลภาพที่ได้ คณะผู้วิจัยใช้เฉดสีในการวิเคราะห์ผล และใช้สายตาในการตัดสินใจว่ามีพยาธิสภาพจากการที่สีเปลี่ยนไปจากภาพมาตรฐาน ซึ่งอาจทำให้เกิดความผิดพลาดในการวิเคราะห์ผลอันเนื่องมาจากสายตาของผู้วิเคราะห์แต่ละท่าน

สรุป

เครื่องมือต้นแบบการตรวจเต้านมด้วยตนเองที่ประดิษฐ์ขึ้นเป็นเป็นการศึกษานำร่อง เพื่อใช้ในการตรวจหาความผิดปกติบริเวณเต้านมยังไม่มีการผลิตในเชิงพาณิชย์ในประเทศไทย คณะผู้วิจัยได้ออกแบบตัวเครื่องโดยคำนึงถึงการใช้งานง่าย สามารถพกพาได้สะดวก ราคาไม่แพง และความปลอดภัยของผู้ใช้งานเป็นหลัก นอกจากนี้การประมวลผลภาพที่ได้สามารถสร้างแผนภาพ

ออกมาเป็นตารางเฉดสีทำให้ง่ายต่อการตรวจหาความผิดปกติบริเวณเต้านมได้ แต่อย่างไรก็ตามงานวิจัยนี้ยังต้องมีการพัฒนา ปรับปรุงในเรื่องของตัวรับสัญญาณ (ตัวเซ็นเซอร์) รูปแบบโปรแกรมประมวลผลภาพ และการทดสอบความสามารถในการตรวจหาก้อนและการทดสอบประสิทธิภาพต่อไปในอนาคต

เอกสารอ้างอิง

1. Attasara P, Buasom R. Hospital based cancer registry 2009 [homepage on the Internet]. Bangkok: Information Technology Division, National Cancer Institute; 2010 [cited 2014 June 23]. Available from: http://www.nci.go.th/
2. Forrest P. Breast cancer screening. Report to the Health Ministers of England, Wales, Scotland and Northern Ireland. London: Hermajesty's Stationary Office; 1986.
3. Howe GR, McLaughlin J. Breast Cancer Mortality between 1950 and 1987 after Exposure to Fractionated Moderate-Dose-Rate Ionizing Radiation in the Canadian Fluoroscopy Cohort Study and a Comparison with Breast Cancer Mortality in the Atomic Bomb Survivors Study. Radiat Res 1996; 145: 694 - 707.
4. Canceractive.com. Screening mammograms do more harm than good [homepage on the Internet]. Slough: Cancer Active; 2012 [cited 2014 June 23]. Available from: http://www.canceractive.com/cancer-active-page-link.aspx?n=1420
5. Vahabi M. Breast cancer screening methods: a review of the evidence. Health Care Women Int 2003; 24: 773 - 93.
6. Sarvazyan AP, Egorov V, inventors; Artann Laboratories, assignee. Self-palpation device for examination of breast with 3-D positioning system. US Patent 6,595,933. July 22, 2003.
7. Sarvazyan AP, Rudenko OV, Swanson SD, et al. Shear wave elasticity imaging: a new ultrasonic technology of medical diagnostics. Ultrasound Med Biol 1998; 24: 1419 - 1435.
8. Plewes DB, Bishop J, Samani A, et al.Visualization and quantification of breast cancer biomechanical properties with magnetic resonance elastography. Phys Med Biol 2000; 45: 1591 - 1610.
9. Taylor LS, Porter BC, Rubens DJ, et al. Three-dimensional sonoelastography: principles and practices. Phys Med Biol 2000; 45: 1477 - 94.
10. Chula cencer.net. Breast cancer screening [homepage on the Internet]. Bangkok: Faculty of Medicine, Chulalongkorn University [cited 2014 June 23]. Available from: http://www.chulacancer.net/patient-list-page.php?id=43
11. Egorov V, Sarvazyan AP. Mechanical Imaging of the Breast. IEEE Trans Med Imaging 2008; 27: 1236 - 77.
12. Crystal P, Strano SD, Shcharynski S. Using sonography to screen women with mammographically dense breasts. AJR Am J Roentgenol 2003; 181: 177 - 82.