

ผลการศึกษาข้อมูลเชิงสถิติของภาพเอกซเรย์เต้านม

ฐิติพงษ์ แก้วเหล็ก*, นิตยา นาคเย, พกาวรรณ ไพรทอง, สุภาพร จันทะ

ภาควิชารังสีเทคนิค คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวรจังหวัดพิษณุโลก

A Study of Statistical Data of Mammogram

Titipong Kaewlek*, Nittaya Nakye, Pakawan Praithong, Supaporn Jantha

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

หลักการและวัตถุประสงค์: เครื่องเอกซเรย์เต้านมเป็นเครื่องมือที่นิยมใช้ในการตรวจมะเร็งเต้านมและเนื้อเยื่อต่อม ภาพเอกซเรย์เต้านมบอกเพียงมีรอยโรคเป็นก้อน หรือตำแหน่งของสิ่งผิดปกติเท่านั้นแต่ไม่สามารถระบุชนิดของรอยโรคได้ จำเป็นต้องทำการตัดชิ้นเนื้อส่งตรวจเพื่อยืนยันผลที่ถูกต้อง จากความหลากหลายของเนื้อเยื่อในเต้านม (รอยโรคและเนื้อเยื่อปกติ) ทำให้ภาพเอกซเรย์เต้านมมีค่าข้อมูลที่มีความแตกต่างกันจึงอาจจะแยกความแตกต่างกันแยกเนื้อเยื่อ โดยใช้ข้อมูลภาพได้ งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์ที่จะศึกษาหาความแตกต่างของค่าข้อมูลเชิงสถิติของเนื้อเยื่อเต้านมในภาพเอกซเรย์เต้านม

วิธีการศึกษา: ทำการศึกษาภาพเอกซเรย์เต้านมที่มีรอยโรคต่างกัน จำนวน 89 ภาพ (ก้อนเนื้ออกหรือหินปูนขนาดเล็ก) จากฐานข้อมูลออนไลน์เตอร์ มิเน-ไมแอสของ International Congress Series 1069 แล้วทำการวัดค่าข้อมูลทางสถิติ ความเบ้ ความโด่ง ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าผลรวมความดำ ค่าเฉลี่ย ค่ามัธยฐาน และวิเคราะห์ความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยของข้อมูล โดยใช้สถิติ การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบจำแนกทางเดียวและการทดสอบของครัสคาลและวิลลิส สำหรับข้อมูลที่มีการแจกแจงแบบปกติและไม่ปกติ ตามลำดับ

ผลการศึกษา: ผลการศึกษาพบว่า ค่าผลรวมความดำ และความโด่งสามารถแยกก้อนเนื้ออกและหินปูนขนาดเล็ก ออกจากกันได้และค่าเฉลี่ย สามารถแยกเนื้อเยื่อปกติออกจากรอยโรคได้อีกด้วยค่าความไวของการแยกก้อนเนื้ออกและหินปูนขนาดเล็ก เท่ากับร้อยละ 87.5 และ 88.89 ตามลำดับ และค่าความจำเพาะของเนื้อเยื่อปกติเท่ากับร้อยละ 100 ตามลำดับ

สรุป: ความแตกต่างกันของค่าข้อมูลภาพสามารถช่วยในการวินิจฉัยรอยโรคที่ต่างกันของเต้านมได้

คำสำคัญ: ภาพเอกซเรย์เต้านม, มะเร็งเต้านม, ค่าทางสถิติ, ก้อน

Background and Objective: A mammogram is commonly used to detect breast cancer and details of glandular tissue. A mammography can represent the mass and localization of a lesion. But mammography cannot define the type of observed lesion. For accurate diagnosis, a biopsy is needed to confirm the initial examination. The variety of tissues (both lesion and normal tissue) represent as different image data in mammography. It may be possible to separate different tissues by using image data. The aim of this study was to determine the difference of statistical data in differing breast tissues as observed in mammography.

Methods: Eighty-nine mammography images with lesions of different types (mass or microcalcification) were obtained and studied from an online database: The Mini-MIAS International Congress Series 1069. The statistical data (skewness, kurtosis, standard deviation, integrated density, mean, and median) were measured. The mean difference of image data was analyzed by one-way ANOVA or Kruskal-Wallis tests for normal or non-normal distribution data, respectively.

Results: Results show that the integrated density and the kurtosis could separate the mass from microcalcifications. The mean could separate normal tissue from the lesions as well. Sensitivity of mass and microcalcifications were 87.5% and 88.89%,

*Corresponding author : Titipong Kaewlek, Department of Radiological Technology, Faculty of Allied Health Sciences, Naresuan University . Email: titipongk@nu.ac.th

เนื้องอก, หินปูนขนาดเล็ก

respectively. Specificity of normal tissue was 100%.

Conclusion: The difference of the image data could help to diagnosis different breast lesions.

Keywords: Mammography, breast cancer, statistical data, mass, microcalcification

ศรีนครินทร์เวชสาร 2562; 34(1): 2-10. • Srinagarind Med J 2019; 34(1): 2-10.

บทนำ

ในปัจจุบันผู้หญิงเอเชียมีอุบัติการณ์ของการเกิดโรคมะเร็งเต้านมเป็นอันดับที่ 1 ของโรคมะเร็งโดยหญิงไทยมีสัดส่วนของการเป็นมะเร็งเต้านมคิดเป็นร้อยละ 37.5 ของชนิดมะเร็งทั้งหมด² เฉลี่ยประมาณ 30-40 รายต่อแสนประชากร³ นอกจากนี้ รายงานขององค์การมะเร็งแห่งชาติ ประเทศสหรัฐอเมริกา พบผู้เป็นมะเร็งเต้านม 1 ใน 8 ของผู้หญิงอเมริกัน และเป็นสาเหตุการเสียชีวิตอันดับต้น ๆ ของชาวอเมริกัน⁴ โดยมีผู้เสียชีวิต 41,000 ราย จากการตรวจวินิจฉัยพบผู้เป็นมะเร็งเต้านม 213,000 ราย⁵

วิธีการตรวจวินิจฉัยมะเร็งเต้านม เบื้องต้นคือการตรวจคลำ และสังเกตความผิดปกติของเต้านม หากพบความผิดปกติ แพทย์จะใช้เครื่องมือทางการแพทย์ช่วยในการวินิจฉัย เช่น เครื่องอัลตราซาวด์ เครื่องสร้างภาพด้วยสนามแม่เหล็กไฟฟ้า (Magnetic Resonance Imaging) หรือ เครื่องเอกซเรย์เต้านม (Mammography) เพื่อวินิจฉัยรอยโรคต่อไป ในปัจจุบันเครื่องมือที่นิยมใช้ในการตรวจมะเร็งเต้านมที่สามารถสร้างรายละเอียดของภาพที่ดี คือ เครื่องเอกซเรย์เต้านม แต่ภาพที่ได้บอกเพียงว่ามีรอยโรคที่เป็นก้อน หรือสิ่งผิดปกติอยู่บริเวณใด ไม่สามารถระบุได้ว่า ก้อนเหล่านั้นเป็นก้อนเนื้องอกธรรมดา หรือเนื้อร้าย จำเป็นที่ต้องตัดชิ้นเนื้อ เพื่อส่งตรวจหาชนิดของรอยโรคที่แท้จริงต่อไป นอกจากความผิดปกติข้างต้นแล้ว ยังมีความผิดปกติชนิดอื่น ๆ ด้วย เช่น ถุงน้ำ (Cyst) และหินปูนขนาดเล็ก (Microcalcification) อีกด้วย จากความหลากหลายของเนื้อเยื่อในเต้านมดังกล่าว ทำให้ภาพเอกซเรย์เต้านมมีค่าข้อมูลที่มีความแตกต่างกันระหว่างรอยโรคและเนื้อเยื่อปกติ จึงมีความเป็นไปได้ที่จะใช้ค่าข้อมูลภาพเอกซเรย์เต้านมของเนื้อเยื่อในการแยกความแตกต่างกันได้ จากงานวิจัยก่อนหน้านี้ของ Nithya และ Santhi ได้ทำการศึกษารวบรวมภาพเอกซเรย์เต้านมโดยอาศัยข้อมูลค่าความเข้มเฉลี่ย มาจัดหมวดหมู่ระหว่างเนื้อเยื่อปกติและเนื้อเยื่อที่ผิดปกติ แต่ยังไม่ได้ทำการแยกชนิดของเนื้อเยื่อที่ผิดปกติ⁶ และนอกจากนั้นมีการศึกษาวิจัยเพื่อหาขั้นตอนวิธี (Algorithms) ในหลากหลายรูปแบบที่จะนำมาช่วยวินิจฉัยรอยโรคในภาพเอกซเรย์เต้านม⁷⁻¹⁵

จากข้างต้นคณะผู้วิจัยจึงได้เล็งเห็นความสำคัญในการแยกแยะรอยโรค นำมาสู่แนวทางการศึกษาค่าข้อมูลเชิงสถิติของ

ข้อมูลภาพเอกซเรย์เต้านม ซึ่งประกอบด้วย เนื้อเยื่อปกติ ได้แก่ กล้ามเนื้อ (Muscle) และไขมัน (Fat) เนื้อเยื่อที่ผิดปกติ ได้แก่ กลุ่มหินปูนแบ่งออกเป็น 2 ชนิด ได้แก่ หินปูนขนาดเล็กไม่ใช่นีื้องอกร้าย (Benign microcalcification) และ หินปูนขนาดเล็กนีื้องอกร้าย (Malignancy microcalcification) และก้อนเนื้องอกได้แก่ ก้อนเนื้องอกไม่ร้าย (Benign mass) และ ก้อนเนื้องอกร้าย (Malignancy mass) เพื่อนำข้อมูลการแยกความแตกต่างของเนื้อเยื่อเต้านมไปช่วยในการตรวจวินิจฉัยรอยโรคและใช้ในการพัฒนาขั้นตอนวิธีที่ช่วยในการวินิจฉัยรอยโรคต่อไป

วิธีการศึกษา

วัตถุประสงค์

1. เพิ่มข้อมูลภาพ (Image file) ของเอกซเรย์เต้านมจาก The Mini-MIAS Database of Mammograms¹⁶
2. โปรแกรมอิมเมจเจ (Image J)¹⁷

ขั้นตอนการศึกษา

การศึกษานี้ผ่านการรองรับจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ของมหาวิทยาลัยนเรศวรเรียบร้อยแล้ว (IRB No. 064/58 COE No. 048/2015)

1. สืบค้นข้อมูลภาพถ่ายเอกซเรย์เต้านมสำรวจข้อมูลภาพจากฐานข้อมูลออนไลน์ The Mini-MIAS Database of Mammograms ของ International Congress Series 106916 แล้วคัดเลือกภาพทั้งภาพที่ไม่มีรอยโรค และมีรอยโรคสำหรับภาพที่มีรอยโรคจะคัดเลือกเฉพาะกรณีที่มีผลการตรวจวินิจฉัยยืนยัน ระบุชนิดของรอยโรคและเป็นการจัดทำแบบ MLO (Mediolateral oblique) เท่านั้น

2. คัดกรองภาพเอกซเรย์เต้านมนำภาพจากการคัดเลือกข้อมูลภาพบนฐานข้อมูลออนไลน์ The Mini-MIAS Database of Mammograms มาแบ่งออกเป็น 5 กลุ่ม

- 2.1 Benign microcalcification
- 2.2 Malignancy microcalcification
- 2.3 Benign mass
- 2.4 Malignancy mass

2.5 Normal

ในการศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาในภาพเอกซเรย์เต้านม ทำ MLO จำนวน 89 ภาพ แบ่งตามชนิดของรอยโรคและเนื้อเยื่อเต้านม โดยแบ่งเป็น กลุ่มหีนปูน จำนวน 15 ภาพ ได้แก่ หีนปูนขนาดเล็กไม่ใช่เนื้องอกร้าย 7 ภาพ และหีนปูนขนาดเล็กเนื้องอกร้าย 8 ภาพ ก้อนเนื้องอก จำนวน 44 ภาพ ได้แก่ ก้อนเนื้องอกไม่ร้าย 28 ภาพ และ ก้อนเนื้องอกร้าย 16 ภาพ และภาพเนื้อเยื่อปกติ จำนวน 30 ภาพ การศึกษานี้จะคัดออกภาพเอกซเรย์เต้านม ในกรณีที่มีรอยโรคมากกว่า 1 ชนิด ในภาพเดียวกัน หรือมีรอยโรคชนิดอื่น ๆ ปะปนอยู่ในบริเวณข้างเคียงก้อนมะเร็ง

3. ศึกษาค่าข้อมูลภาพของเนื้อเยื่อเต้านมที่ปกติและมีรอยโรคบนภาพเอกซเรย์เต้านม

ทำการศึกษาค่าข้อมูล (Pixel value)บนภาพ โดยวางพื้นที่ที่สนใจ หรือ Region of interest (ROI) บริเวณพื้นที่เฉพาะก้อนมะเร็งที่ปรากฏบนภาพเอกซเรย์เต้านม ในตำแหน่งเดียวกับที่ฐานข้อมูลได้ระบุตำแหน่งของรอยโรคที่ปรากฏในภาพ การวัดค่าทำการวัดด้วยโปรแกรม ImageJ รุ่น 1.48v โปรแกรมจะคำนวณค่าสถิติจากค่าข้อมูลภายในพื้นที่ที่สนใจ ผู้วิจัยเป็นผู้กำหนดให้รูปร่างของพื้นที่ที่สนใจมีลักษณะรอบก้อนรอยโรคของกลุ่มหีนปูนและก้อนเนื้องอกตามขนาดจริง บริเวณเนื้อเยื่อปกติ จะวาดพื้นที่ที่สนใจให้มีลักษณะเป็นทรงกลม (Cycle) ณ บริเวณกล้ามเนื้อ และไขมัน การวัดค่าข้อมูลทางสถิติ (รูปที่ 1) การวัดค่าข้อมูลในพื้นที่ต่าง ๆ โปรแกรมจะคำนวณค่าเฉลี่ย (Mean) ค่ามัธยฐาน (Median) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) ค่าผลรวมความดำ (Integrated Density) ค่าความเบ้ (Skewness) และค่าความโด่ง (Kurtosis) ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ค่าเฉลี่ย (Mean : SD) คือค่ากลางจากผลรวมของข้อมูลภาพหารด้วยจำนวนข้อมูลภาพทั้งหมด¹⁸

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{N} \quad (1)$$

X_i คือ ข้อมูลภาพในพิกเซลที่ 1, 2, 3, ..., N
 N คือ จำนวนข้อมูลทั้งหมด

ค่ามัธยฐาน (Median) คืออันดับข้อมูลภาพ ณ กึ่งกลางข้อมูล จากการเรียงลำดับน้อยไปมาก¹⁸
 กรณีจำนวนข้อมูลเป็นจำนวนคู่

$$\text{Median} = \frac{n+2}{2} \quad (2)$$

กรณีจำนวนข้อมูลเป็นจำนวนคู่

$$\text{Median} = \frac{n}{2} \quad \text{และ} \quad \frac{n+1}{2} \quad (3)$$

แล้วนำข้อมูลจากตำแหน่งข้างต้นรวมกันแล้วหารด้วย 2 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation :SD) คือ การวัดการกระจายของข้อมูล¹⁸

$$SD = \sqrt{\frac{(x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (4)$$

\bar{x} คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูล
 X_i คือ ข้อมูลภาพในพิกเซลที่ 1, 2, 3, ..., n
 n คือ จำนวนข้อมูลทั้งหมด

ค่าผลรวมความดำ (Integrated Density:I) คือ ผลรวมของค่าข้อมูลภายในพื้นที่ที่สนใจ¹⁸

$$I = \sum x_i \quad (5)$$

X_i คือ ข้อมูลภาพในพิกเซลที่ 1, 2, 3, ..., n
 ค่าความเบ้ (Skewness) คือ ระดับความเอนเอียงหรือความไม่สมมาตรของการแจกแจงของข้อมูล¹⁸
 X_i คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูล
 คือ ข้อมูลภาพในพิกเซลที่ 1, 2, 3, ..., N
 N คือ จำนวนข้อมูลทั้งหมด
 SD คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูล
 ค่าความโด่ง (Kurtosis) คือ ระดับความสูงโด่งของการแจกแจงของข้อมูล¹⁸

$$\text{Skew} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \left[\frac{x_i - \bar{x}}{SD} \right]^3 \quad (6)$$

\bar{x} คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูล
 X_i คือ ข้อมูลภาพในพิกเซลที่ 1, 2, 3, ..., N
 N คือ จำนวนข้อมูลทั้งหมด
 SD คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูล

4.วิเคราะห์ความแตกต่างของค่าข้อมูล

4.1 ทำการทดสอบการแจกแจงปกติของข้อมูลค่าข้อมูลโดยใช้ Kolmogorov-Smirnov Test เพื่อให้ทราบลักษณะการกระจายของข้อมูลแล้วจึงทำการทดสอบข้อมูลต่อไป

4.2 ทดสอบความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยของค่าข้อมูลแต่ละชนิดของเนื้อเยื่อเต้านม โดยใช้สถิติ One - Way ANO-

VA (กรณีข้อมูลเป็นการกระจายแบบปกติ) หรือ ใช้สถิติ Kruskal-Wallis Test (กรณีข้อมูลเป็นการกระจายแบบไม่ปกติ) โดยกำหนดให้ค่า $p < 0.05$ คำนวณด้วยโปรแกรม Statistical Package for the Social Science for Windows version 22.019

4.3 ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของข้อมูล โดยเปรียบเทียบข้อมูล 4 กลุ่ม ระหว่างค่าข้อมูลของกล้ามเนื้อไขมัน กลุ่มหีนปูน และก้อนเนื้ออก

4.4 ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของข้อมูล โดยเปรียบเทียบข้อมูล 4 กลุ่ม ระหว่างค่าข้อมูลของ หีนปูนขนาดเล็กไม่ใช่เนื้ออกร้าย หีนปูนขนาดเล็กเนื้ออกร้าย ก้อนเนื้ออกไม่ร้าย และ ก้อนเนื้ออกร้าย

จากการทดสอบข้างต้นจะนำค่าข้อมูลทางสถิติ (ค่าเฉลี่ย ค่า

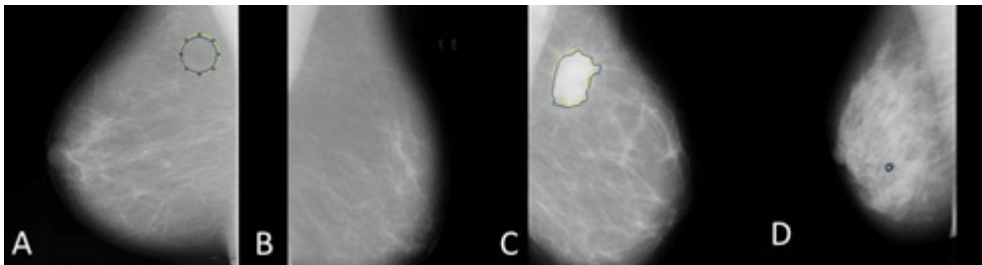
ความจำเพาะของการทดสอบ (Specificity) โดยกำหนดให้

ความไวของการทดสอบ (Sensitivity)²⁰ คำนวณได้จากสมการที่ (8) ดังนี้

$$\% \text{Specificity} = \frac{\text{True Positive} \times 100}{\text{True Positive} + \text{False Positive}} \quad (8)$$

ความจำเพาะของการทดสอบ (Specificity)²⁰ คำนวณได้จากสมการที่ (9) ดังนี้

$$\% \text{Specificity} = \frac{\text{True Negative} \times 100}{\text{True Negative} + \text{False Positive}} \quad (9)$$



รูปที่ 1 แสดงการกำหนดพื้นที่ที่สนใจ A) ไขมัน B) กล้ามเนื้อ C) ก้อนเนื้ออก และ D) กลุ่มหีนปูน

มัธยฐาน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าผลรวมความดำ ค่าความเบ้ และค่าความโด่ง) ที่มีความแตกต่างกัน มาใช้สำหรับการกำหนดช่วงพยากรณ์รอยโรคในขั้นตอนต่อไป

5. การพยากรณ์รอยโรค

หลังจากทราบความแตกต่างกันของค่าข้อมูลในเนื้อเยื่อตามการทดสอบในข้อที่ 3 และ 4 แล้ว จึงทำการทดสอบความสามารถในการพยากรณ์รอยโรคของค่าทางสถิติ โดยนำภาพที่มีรอยโรค 17 ภาพ และภาพที่ไม่มีรอยโรค 20 ภาพ (ทุกภาพระบุผลวินิจฉัยการมีรอยโรค และไม่มีรอยโรค อีกทั้งไม่เป็นภาพกลุ่มเดียวกันกับการทดสอบในข้อที่ 3) และเพื่อตรวจสอบผลการวินิจฉัยรอยโรคของค่าข้อมูลทางสถิติ จึงกำหนดผลการตรวจสอบ ดังนี้

True positive (TP) คือ ค่าข้อมูลที่ตรวจพบรอยโรคบนภาพที่มีรอยโรค

False positive (FP) คือ ค่าข้อมูลที่ตรวจพบรอยโรคบนภาพที่ไม่มีรอยโรค

False negative (FN) คือ ค่าข้อมูลที่ตรวจไม่พบรอยโรคบนภาพที่มีรอยโรค

True negative (TN) คือ ค่าข้อมูลที่ตรวจไม่พบรอยโรคบนภาพที่ไม่มีรอยโรค

หลังจากนั้นนำผลจากการทดสอบค่าทางสถิติทั้งหมดไปคำนวณการทดสอบความไวของการทดสอบ (Sensitivity) และ

ตารางที่ 1 ผลการวินิจฉัยรอยโรค

Data	Pathology		Total
	Lesion	Normal	
Positive	TP	FP	TP+FP
Negative	FN	TN	FN+TN
Total	TP+FN	FP+TN	TP+FP+FN+TN

ผลการศึกษา

1. ผลการศึกษาค่าข้อมูลภาพของภาพเอกซเรย์เต้านม ค่าสถิติจากการวัดค่าข้อมูลของภาพเนื้อเยื่อทั้ง 4 กลุ่ม (89 ภาพ จากกล้ามเนื้อ ไขมัน ก้อนเนื้ออกและกลุ่มหีนปูน) แสดงค่าสถิติ ค่าความเบ้ ความโด่ง ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลรวมความดำ ค่าเฉลี่ย และ ค่ามัธยฐาน (ตารางที่ 2)

จากตารางที่ 2 แสดงได้ว่าค่าเฉลี่ย ค่ามัธยฐาน และ ความเบ้ ของไขมันมีช่วงที่แตกต่างจากเนื้อเยื่อชนิดอื่นอย่างชัดเจน ส่วนเนื้อเยื่อที่เหลือมีช่วงตัวเลขของค่าข้อมูลที่ซ้อนทับกัน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของทุกเนื้อเยื่อ มีช่วงของค่าข้อมูลที่ซ้อนทับกัน ช่วงค่าผลรวมความดำ และ ความโด่ง ของไขมัน กล้ามเนื้อและกลุ่มหีนปูนสามารถแยกออกจากกันอย่างชัดเจน แต่

ในค่าข้อมูลของผลรวมความดำ และ ความโด่ง ของก้อนเนื้อ
งอกช่วงของค่าข้อมูลยังซ้อนทับกับไขมันและ กล้ามเนื้อ

ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของข้อมูล
ภาพของเนื้อเยื่อแต่ละประเภท มีความแตกต่างกันตามค่าทาง
สถิติ ดังแสดงในตารางที่ 3

จากตารางที่ 3 การทดสอบความแตกต่างของเฉลี่ยของค่า
ข้อมูล ของค่าความเบ้ เปรียบเทียบระหว่างเนื้อเยื่อไขมัน กับ
เนื้อเยื่ออื่นๆ แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
($p < 0.05$) ส่วนการเปรียบเทียบเนื้อเยื่อกลุ่มอื่นๆ พบว่าไม่
แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

การทดสอบความแตกต่างของเฉลี่ยของค่าข้อมูลของค่า
ความโด่ง ในกลุ่มเนื้อเยื่อไขมัน กับกล้ามเนื้อ และไขมัน กับ
ก้อนเนื้องอก พบว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
($p > 0.05$)

การทดสอบความแตกต่างของเฉลี่ยของค่าข้อมูลของค่า

และ ก้อนเนื้องอกร้าย (ตารางที่ 4)

จากตารางที่ 4 แสดงได้ว่าค่าข้อมูลทุกค่า (ค่าความเบ้
ความโด่ง ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลรวมความดำ ค่าเฉลี่ย และ
ค่ามัธยฐาน) ของเนื้อเยื่อ หินปูนขนาดเล็กไม่ใช่เนื้องอกร้าย
และ หินปูนขนาดเล็กเนื้องอกร้าย มีการซ้อนทับกัน และค่า
ข้อมูลทุกค่า (ค่าความเบ้ ความโด่ง ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผล
รวมความดำ ค่าเฉลี่ย และ ค่ามัธยฐาน) ของเนื้อเยื่อ ก้อนเนื้อ
งอกไม่ร้าย และ ก้อนเนื้องอกร้าย มีการซ้อนทับกัน

จากตารางที่ 5 ผลการทดสอบความแตกต่างกันของข้อมูล
ภาพรอยโรคก้อนเนื้องอก แสดงว่าค่า เบี่ยงเบนมาตรฐาน และ
ผลรวมความดำ แสดงว่าค่าข้อมูลในภาพมีความแตกต่างกัน
($p < 0.05$)

ส่วนค่าข้อมูล ความเบ้ ความโด่ง ค่ามัธยฐาน และ ค่าเฉลี่ย
ค่าข้อมูลภาพไม่มีความแตกต่างกัน ($p > 0.05$)

ผลการทดสอบความแตกต่างกันของข้อมูลภาพรอยโรคกลุ่ม

ตารางที่ 2 ข้อมูลเชิงสถิติของข้อมูลภาพเนื้อเยื่อปกติและรอยโรคในเต้านม

	Fat	Muscle	Mass	Microcalcification
Skewness	0.036 to 0.945	-1.27 to 0.25	-1.36 to 0.12	-0.95 to -0.23
Kurtosis	-0.095 to 0.0658	-0.71 to 1.57	-0.55 to 3.59	-1.427 to -0.09
Standard Deviation	2.88 to 8.27	1.26 to 12.39	3.91 to 16.59	3.89 to 12.21
Integrated Density	847120 to 1039645	1019500 to 1406384	86440 to 8355388	879 to 8277
Mean	82.85 to 160.65	168.35 to 230.85	154.06 to 218.75	142.09 to 212.11
Median	84 to 170	168 to 233	157 to 222	168 to 212

เบี่ยงเบนมาตรฐาน ระหว่างเนื้อเยื่อไขมัน กับกล้ามเนื้อ และ
ก้อนเนื้องอกกับกลุ่มหินปูน พบความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัย
สำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

การทดสอบความแตกต่างของเฉลี่ยของค่าข้อมูลของค่า
ผลรวมความดำ ข้อมูลภาพทั้งหมดมีความแตกต่างกันอย่างมี
นัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

การทดสอบความแตกต่างของเฉลี่ยของค่าข้อมูลของค่า
เฉลี่ย ของก้อนเนื้องอกกับกลุ่มหินปูน พบความไม่แตกต่างกัน
อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

และการทดสอบความแตกต่างของเฉลี่ยของค่าข้อมูลของค่า
มัธยฐาน ของก้อนเนื้องอกกับกลุ่มหินปูน มีความไม่แตกต่าง
กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

2.ผลการทดสอบความแตกต่างของข้อมูลโดยเปรียบเทียบ
ข้อมูล 4 กลุ่ม ระหว่างค่าข้อมูลของหินปูนขนาดเล็กไม่ใช่
เนื้องอกร้าย หินปูนขนาดเล็กเนื้องอกร้าย ก้อนเนื้องอกไม่ร้าย

หินปูน ค่าข้อมูล ความเบ้ ความโด่ง ผลรวมความดำ ค่า
มัธยฐาน และ ค่าเฉลี่ย แสดงค่าข้อมูลภาพไม่มีความแตกต่าง
กัน ($p > 0.05$)

ส่วนค่าข้อมูล ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน มีความแตกต่างกัน
($p < 0.05$)

3.ผลการทดสอบการพยากรณ์รอยโรค

หลังจากทดสอบความแตกต่างของค่าข้อมูลโดยใช้วิธีการทาง
สถิติแล้วพบว่ามี 2 ค่าข้อมูลที่ใช้แยก ก้อนเนื้องอกกับ กลุ่ม
หินปูน ได้ คือ ค่าสถิติ ผลรวมความดำ และ ความโด่ง ค่าที่ใช้
แยกเนื้อเยื่อเต้านมปกติได้ คือ ผลรวมความดำ และ ค่าเฉลี่ย
ทางคณะผู้วิจัยจึงเลือกใช้ค่าสถิติ ผลรวมความดำ และ ความ
โด่ง ร่วมกัน เพื่อทดสอบการพยากรณ์รอยโรค โดยคณะผู้วิจัย
ทำการวัดค่าข้อมูลทางสถิติจากข้อมูลภาพดังที่กล่าวไว้ใน ข้อ
5 ซึ่งเทียบผลของค่าข้อมูลอยู่ในช่วงที่ได้ในตารางที่ 2 (ช่วง

ตารางที่ 3 แสดงผลค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของค่าเชิงสถิติเทียบระหว่างเนื้อเยื่อปกติและรอยโรค

	P-value	Skewness	Kurtosis	Standard deviation	Integrated density	Mean	Median
Muscle		0.000*	0.598	0.906	0.000*	0.000*	0.000*
Fat	Mass	0.000*	0.194	0.000*	0.030*	0.000*	0.000*
	Microcalcification	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*
Muscle	Mass	0.259	0.037*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*
	Microcalcification	0.217	0.000*	0.014*	0.000*	0.000*	0.001*
Mass	Microcalcification	0.679	0.000*	0.122	0.000*	0.148	0.931

*Significant difference

ตารางที่ 4 แสดงข้อมูลเชิงสถิติของ รอยโรคไม่ร้าย และร้าย สำหรับก้อนเนื้ออกและกลุ่มหีนปูน

	Benign Mass	Malignancy Mass	Benign Microcalci- fication	Malignancy Micro- calcification
Skewness	-1.366 to 0.12	-1.15 to -0.22	-0.95 to -0.23	-0.9 to -0.26
Kurtosis	-0.551 to 3.59	-0.51 to 1.434	-1.42 to -0.26	-1.3 to -0.09
Standard Deviation	3.91 to 16.4	5.42 to 16.59	5.27 to 13.21	3.89 to 6.13
Integrated Density	86,440 to 8,355,388	192,974 to 4,190,614	1108 to 8277	879 to 3745
Mean	154.06 to 212.73	177.46 to 128.78	178.75 to 197.07	142.09 to 212.11
Median	157 to 213	179 to 222	180 to 198	168 to 212

ตารางที่ 5 แสดงผลค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของค่าเชิงสถิติเทียบระหว่างรอยโรคเนื้อไม่ร้าย และ เนื้อร้าย สำหรับก้อนเนื้ออกและกลุ่มหีนปูน

P-value	Skewness	Kurtosis	Standard deviation	Integrated density	Mean	Median
Benign vs malignancy mass	0.435	0.826	0.005*	0.015*	0.399	0.372
Benign vs malignancy microcalcification	0.943	0.892	0.004*	0.908	0.82	0.722

* Significant difference

ตารางที่ 6 แสดงผลการพยากรณ์รอยโรค

Lesion	Sensitivity
Microcalcification	88.89%
Mass	87.50%
Normal	100%

ของค่าผลรวมความดำ และความโค้ง) กับผลจากการระบุรอยโรคของฐานข้อมูล เมื่อได้ผลแล้วนำมาคำนวณค่า Sensitivity และ Specificity ได้ผลดังตารางที่ 6

จากตารางที่ 6 แสดงผลการพยากรณ์รอยโรค พบค่า Specificity ในเนื้อเยื่อปกติ มีค่าเท่ากับร้อยละ 100 และค่า Sensitivity ในเนื้อเยื่อที่มีรอยโรค ได้แก่ กลุ่มหินปูน และ ก้อนเนื้องอก มีค่าเท่ากับร้อยละ 88.89 และ 87.5 ตามลำดับ

ผู้วิจัยได้ทำการคัดเลือกภาพถ่ายเอกซเรย์เต้านมจากฐานข้อมูลออนไลน์ The mini-MIAS Database of Mammograms ของ International Congress Series 1,069 แล้วคัดเลือกภาพทั้งแบบที่มีรอยโรค และไม่มีรอยโรคสำหรับภาพที่มีรอยโรคจะเลือกเฉพาะกรณีที่มีผลการตรวจวินิจฉัยยืนยันระบุชนิดของโรคมะเร็งเต้านม รวมทั้งหมด 89 ภาพ ซึ่งอยู่ในท่า Mediolateral Oblique view (MLO) ประกอบด้วยเนื้อเยื่อปกติ 30 ภาพ กลุ่มหินปูน 15 ภาพ ก้อนเนื้องอก 44 ภาพ มาทำการศึกษาค่าข้อมูล ได้แก่ ค่าความเบ้ ความโค้ง ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลรวมความดำ ค่าเฉลี่ย และ ค่ามัธยฐาน และทำการแยกความแตกต่างของเนื้อเยื่อทั้ง 3 กลุ่ม (เนื้อเยื่อปกติกลุ่มหินปูนและก้อนเนื้องอก) แล้วทำการเลือกค่าข้อมูลที่สามารถแยกโรคออกจากเนื้อเยื่อปกติได้ เช่นเดียวกับการศึกษาของ Nithya และ Santhi⁶ จากนั้นนำค่าข้อมูลที่ได้มาทดสอบค่า Sensitivity และค่า Specificity เพื่อตรวจสอบผลการพยากรณ์รอยโรค

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ทำการวัดค่าข้อมูลด้วยโปรแกรม Image J โดยวาดพื้นที่ที่สนใจตามลักษณะของก้อนสำหรับรอยโรคกลุ่มหินปูนและก้อนเนื้องอก

ผลการทดสอบทางสถิติพบว่าค่าข้อมูลทางสถิติที่มีความสามารถในการบอกความแตกต่างของเนื้อเยื่อ ก้อนเนื้องอกกับกลุ่มหินปูนคือค่าผลรวมความดำ และ ความโค้ง ทั้งนี้เป็นเพราะค่าผลรวมความดำ เป็นค่าที่บอกผลรวมของข้อมูลภาพภายในบริเวณที่เราสนใจ ค่าข้อมูลของก้อนเนื้องอกและกลุ่มหินปูนมีข้อมูลที่สูงกว่าเนื้อเยื่อชนิดอื่น จึงทำให้ค่าของข้อมูลสามารถแยกค่าข้อมูลออกจากเนื้อเยื่อชนิดอื่นได้ ส่วนของค่าความโค้ง เป็นค่าที่บอกลักษณะการกระจายของข้อมูลในรูป

ของความโค้งซึ่งในเนื้อเยื่อ ก้อนเนื้องอกและกลุ่มหินปูนมีค่าข้อมูลที่มีการกระจายไม่แตกต่างกันแต่เมื่อเปรียบเทียบกับเนื้อเยื่อชนิดอื่น สามารถแยกความแตกต่างออกจากเนื้อเยื่อชนิดอื่นได้อย่างชัดเจน

ค่าข้อมูลที่ไม่สามารถแยกความแตกต่างระหว่างก้อนเนื้องอกและกลุ่มหินปูนได้ คือค่าความเบ้ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าเฉลี่ย และ ค่ามัธยฐาน เนื่องจากช่วงของค่าข้อมูลซ้อนทับกัน

ทั้งนี้การที่ค่าสถิติไม่สามารถแยกความแตกต่างของข้อมูลเนื้อเยื่อออกจากกันได้ อาจเกิดจากคุณภาพของภาพที่ได้จากฐานข้อมูล มีความละเอียดของภาพไม่เพียงพอ จากการบีบอัดข้อมูลภาพของฐานข้อมูล นอกจากนี้ยังเป็นผลจากวัดค่าข้อมูล ที่มีพื้นที่ที่สนใจในภาพที่ไม่เท่ากันของขนาดรอยโรคที่แตกต่างกัน จึงส่งผลให้ค่าที่ได้ไม่มีความแตกต่างกัน

ค่าข้อมูลผลรวมความดำ จึงเป็นค่าทางสถิติที่สามารถช่วยแยกความแตกต่างของชนิดเนื้อเยื่อ (ไขมันกล้ามเนื้อกลุ่มหินปูน และก้อนเนื้องอก) ได้ดี และค่าเฉลี่ยสามารถแยกเนื้อเยื่อปกติระหว่างไขมันกับกล้ามเนื้อออกจากกันได้ ส่วนค่าที่สามารถแยกเนื้อเยื่อที่มีรอยโรคระหว่างกลุ่มหินปูน กับก้อนเนื้องอกออกจากกันได้ คือค่าผลรวมความดำ ร่วมกับ ความโค้ง (พิจารณาจากช่วงตัวเลขของข้อมูลสถิติ ดังตารางที่ 2)

ผลการทดสอบการพยากรณ์รอยโรคจากการเลือกใช้ค่าผลรวมความดำ ร่วมกับความโค้ง ของภาพเนื้อเยื่อที่มีรอยโรค สำหรับเป็นช่วงในการพิจารณาการหาค่า Sensitivity โดยใช้ภาพกลุ่มทดสอบที่นอกเหนือจากกลุ่มภาพทดสอบตั้งต้น เป็นภาพที่มีรอยโรคจำนวน 17 ภาพ (รอยโรคก้อนเนื้องอก จำนวน 8 ภาพ และภาพที่มีรอยโรคกลุ่มหินปูน จำนวน 9 ภาพ) และเลือกใช้ค่าข้อมูล ผลรวมความดำ ร่วมกับ ค่าเฉลี่ย ของเนื้อเยื่อเต้านมปกติเป็นช่วงในการพิจารณาทำการหาค่า Specificity โดยใช้ภาพที่ไม่มีรอยโรคจำนวน 20 ภาพ

ผลการทดสอบพบค่า Sensitivity ของก้อนเนื้องอกและกลุ่มหินปูน เท่ากับร้อยละ 87.5 และ 88.89 ตามลำดับ ส่วนค่า Specificity ของเนื้อเยื่อเต้านมปกติเท่ากับร้อยละ 100

จากการศึกษาของ Nithya และ Santhi⁶ ที่ศึกษาการจัดหมวดหมู่ความแตกต่างของข้อมูล ระหว่างส่วนของเนื้อเยื่อปกติและรอยโรคโดยค่าสถิติที่ใช้วัดค่าข้อมูลประกอบด้วยค่าความแปรปรวน (Variance) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) ค่ามัธยฐาน (Median) ค่าฐานนิยม (Mode) ช่วงสูงสุดต่ำสุด (Range) ค่าความราบ (Smoothness) ข้อมูลสถิติที่ศึกษามีลักษณะคล้ายกับงานวิจัยนี้ในบางส่วน ผลการวิจัยดังกล่าวพบว่า ประสิทธิภาพของการจัดหมวดหมู่ เมื่อทดสอบ Sensitivity เท่ากับร้อยละ 100 ซึ่งมากกว่างานวิจัยของคณะผู้วิจัย และ Specificity เท่ากับร้อยละ 3.85 ซึ่งน้อยกว่างานวิจัยของคณะผู้วิจัย

สำหรับการศึกษาของ Krishnan²¹ ศึกษาการใช้ขั้นตอนวิธี Support Vector Machine (SVM) เพื่อตรวจหามะเร็งเต้านม โดยการจับหมวดหมู่ และวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ ได้แก่ ทดสอบความหนาแน่นของข้อมูลภาพเพื่อจำแนกระหว่าง รอยโรคร้าย กับ ไม่ร้าย พบความถูกต้องในการจับหมวดหมู่เท่ากับ ร้อยละ 99.385 และ 93.726 ตามลำดับ ซึ่งการศึกษาครั้งนี้ไม่ได้ทำการทดสอบความถูกต้องของการจับหมวดหมู่ระหว่าง รอยโรคร้าย กับ ไม่ร้าย

จากการศึกษาครั้งนี้และการศึกษาก่อนหน้านี้ กล่าวได้ว่าค่าข้อมูลทางสถิติที่นำมาศึกษา สามารถแยกชนิดของเนื้อเยื่อปกติ และเนื้อเยื่อที่มีรอยโรคได้ดี จากข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้สามารถนำไปสู่การพัฒนาขั้นตอนวิธีต่างๆ เพื่อช่วยให้การวินิจฉัยรอยโรคได้ดียิ่งขึ้น

ข้อจำกัดของการศึกษานี้ คือ ฐานข้อมูลภาพที่นำมาศึกษา มีจำนวนภาพค่อนข้างน้อย และจำนวนภาพของแต่ละเนื้อเยื่อหรือรอยโรคของเต้านมมีจำนวนไม่เท่ากัน จึงส่งผลให้ผลการทดสอบที่ได้ อาจเกิดความคลาดเคลื่อน การศึกษาในครั้งต่อไป คณะผู้วิจัยจะศึกษาจากข้อมูลรูปภาพที่มีจำนวนมากขึ้น และอาจใช้ค่าสถิติอื่นในศึกษาค่าข้อมูลของเนื้อเยื่อเต้านมเพิ่มเติมอีกด้วย

สรุป

ในการศึกษาครั้งนี้ทำการศึกษาค่าข้อมูลภาพของเนื้อเยื่อเต้านม เพื่อหาความแตกต่างของค่าข้อมูลภาพของเนื้อเยื่อเต้านม โดยการวิเคราะห์ค่าทางสถิติและความแตกต่างของค่าข้อมูล เพื่อหาความแตกต่างของค่าข้อมูลในภาพถ่ายเอกซเรย์เต้านม 4 กลุ่ม (ไขมันกลุ่มเนื้อกลุ่มหินปูน และก้อนเนื้อออก) จากไฟล์ภาพของฐานข้อมูลออนไลน์ The Mini-MIAS Database of Mammograms ของ International Congress Series 1069

ค่าที่สามารถแยกความแตกต่างของรอยโรคก้อนเนื้อออก และกลุ่มหินปูนได้ดี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติคือ ค่าผลรวมความดำ และความโด่ง ($p = 0.000$) โดยค่าข้อมูลของผลรวมความดำ ของก้อนเนื้อออกและกลุ่มหินปูน อยู่ในช่วง 86,440 ถึง 8,355,388 และ 879 ถึง 8,277 ตามลำดับ และค่าข้อมูลของความโด่ง ของก้อนเนื้อออกและกลุ่มหินปูนอยู่ในช่วง -0.551 ถึง 3.595 และ -1.427 ถึง -0.092 ตามลำดับ

ค่าข้อมูลของผลรวมความดำ ของเนื้อเยื่อเต้านมปกติ อยู่ในช่วง 847,120 ถึง 1,039,645 และค่าข้อมูลของค่าเฉลี่ยของเนื้อเยื่อปกติอยู่ในช่วง 82.85 ถึง 160.65

สรุปได้ว่าค่าข้อมูลเชิงสถิติของภาพเอกซเรย์เต้านมสามารถแยกความแตกต่างของค่าข้อมูลของเนื้อเยื่อเต้านมไม่ปกติออกจากกันได้โดยใช้ค่าผลรวมความดำ และ ความโด่ง

ร่วมกัน และแยกความแตกต่างของค่าข้อมูลของเนื้อเยื่อปกติ โดยใช้ค่าผลรวมความดำ และ ค่าเฉลี่ย ร่วมกัน ข้อมูลค่าทางสถิติที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้จะเป็นข้อมูลสำหรับการนำไปใช้ประโยชน์ในการช่วยพยากรณ์รอยโรคและการพัฒนาโปรแกรมช่วยวินิจฉัยรอยโรคบนภาพเอกซเรย์เต้านมได้ต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ ทุนอุดหนุนงานวิจัย เงินรายได้มหาวิทยาลัยนเรศวร ที่สนับสนุนเงินวิจัย (R2559C081) และ Mr. Thomas Elliott สถาบันพัฒนาวิชาการด้านภาษา มหาวิทยาลัยนเรศวรในการตรวจสอบภาษาอังกฤษในส่วนบทคัดย่อ

เอกสารอ้างอิง

1. Editorial. Incident and trends in the occurrence of cancer in Asia. Thai Cancer Journal 2014; 34: 55.
2. National Cancer Institute. Hospital-Based Cancer Registry 2012. Bangkok: National Cancer Institute; 2014.
3. Department of Surgery, Faculty of Medicine Siriraj Hospital. Breast Cancer. [Internet]. 22 February 2015 [cited Feb 22, 2015]. Available from: www.si.mahidol.ac.th/th/department/surgery/
4. Oliver A, Freixenet J, Marti J, Perez E, Pont J, Denton ERE, et al. Pattern recognition. A review of automatic mass detection and segmentation in mammographic images. Med Image Anal 2010; 14: 87-110.
5. American Cancer Society. Cancer facts and figures 2006. Atlanta, GA: American Cancer Society. [Internet]. 2 February 2015 [cited Feb 2, 2015]. Available from: <http://www.cancer.org>
6. Nithya R, Santh B. Mammogram analysis based on pixel intensity mean features. J Computer Sci 2012; 8: 329-32.
7. Dubey RB, Hanmandlu M, Gupta SK. A comparison of two methods for the segmentation of masses in the digital mammograms. Comput Med Imaging Graph 2010; 34: 185-91.
8. Cheng HD, Shi XJ, Min R, Hu LM, Cai XP, et al. Approaches for automated detection and classification of masses in mammograms. Pattern Recognition. 2006; 39: 646 - 68.

9. Mohamed H, Mabrouk MS, Sharawy A. Computer aided detection system for micro calcification sindigital mammograms. *Comput Methods Programs Biomed* 2014; 116: 226-35.
10. Lehman CD, Wellman RD, Buist DSM, Kerlikowske K, Tosteson ANA, et al. Diagnostic accuracy of digital screening mammography with and without computer-aided detection. *JAMA Intern Med* 2015; 175: 1828-37.
11. Fenton JJ, Onega T, Zhu W, Balch S, Smith-Bindman R, Henderson L, et al. Validation of a medicare claims-based algorithm for identifying breast cancers detected at screening mammography. *Med Care* 2016; 54: e15–22.
12. Jebathangam J, Purushothaman S, Rajeswari P. Application of echo state neural network in identification of microcalcification in breast. *Digital Image Processing* 2016; 8: 45-50.
13. Yudong Z, Xiao JY, Carlo C, Zhengchao D, Ti FY, et al. Abnormal breast detection in mammogram images by feed-forward neural network trained by jayaalgorithm. *Fundamenta Informaticae* 2017; 151: 191-211.
14. Chiranji LC, Acharjya DP. Breast cancer detection using intuitionistic fuzzy histogram hyperbolization and possibilistic fuzzy c-mean clustering algorithms with texture feature based classification on mammography images. *Proceedings of the International Conference on Advances in Information Communication Technology & Computing*; New York, USA. 2016.
15. Osman MA, Darwish A, Khedr AE, Ghalwash AZ, Hassanien AE. Enhanced breast cancer diagnosis system using fuzzy clustering means approach in digital mammography. In: Hassanien A, Gaber T, (Eds.). *Handbook of Research on Machine Learning Innovations and Trends* Hershey, PA: IGI Global. 2017: 925-41.
16. The Mammographic Image Analysis Society. The Mini-MIAS Database of Mammograms. [Internet]. 24 May 2015 [cited May 25, 2015]. Available from: <http://www.mammoimage.org/databases/>
17. National Institutes of Health (NIH). Image J. [Internet]. 24 February 2015 [cited Feb 24, 2015]. Available from: <https://imagej.nih.gov/ij/>
18. National Institutes of Health (NIH). ImageJ analyzer. [Internet]. 25 June 2015 [cited June 25, 2015]. Available from: <https://imagej.nih.gov/ij/docs/guide/146-30.html#toc-Subsection-30.1>
19. IBM. IBM SPSS Statistics Base 22.0. [Internet]. 5 March 2015 [cited Mar 5, 2015]. Available from: <http://www.ibm.com/software/analytics/spss/products/statistics/requirements.html>.
20. Parikh R, Mathai A, Parikh S, Chandra Sekhar G, Thomas R. Understanding and using sensitivity, specificity and predictive values. *Indian J Ophthalmol* 2008; 56: 45-50.
21. Muthu Rama Krishnan M, Shuvo Banerjee, Chinmay Chakraborty, Chandan Chakraborty, Ajoy K Ray. Statistical analysis of mammographic features and its classification using support vector machine. *Expert Systems with Applications* 2010; 37: 470-8.

