การพัฒนาต้นแบบการพยากรณ์โรคปอดอักเสบจากภาพเอกซเรย์ปอดโดยการใช้การวิเคราะห์ค่าสถิติ
The Development of Predictive Models for Pneumonia in Chest X-ray Images Using Statistical Analysis

ประเสริฐสิทธิ์ พรหมงาม* เศรษฐวิทย์ สุขใส** กษิดิ์เดช มุธุสิทธิ์*** เภาวรินทร์ ขยายวงศ์**** ธรรมธัช โอวศิริกุล*****
Prasertsit Promngam,* Settavit Suksai,** Kasidet Mutusid,*** Paowarin Khayaiwong,****
Dhammathat Owasirikul*****
* นักรังสีเทคนิค แผนกเอกซเรย์ โรงพยาบาลสมเด็จพระปิ่นเกล้า กรุงเทพมหานคร
* Radiologic Technologist, Somdech Phra Pinklao Hospital, Bangkok
** นักรังสีเทคนิค แผนกเอกซเรย์ โรงพยาบาลอุบลรักษ์ ธนบุรี จ.อุบลราชธานี
** Radiologic Technologist, Ubonrak Thonburi Hospital, Ubon Ratchathani Province
*** นักรังสีเทคนิค แผนกเอกซเรย์ โรงพยาบาลม่วงสามสิบ จ.อุบลราชธานี
*** Radiologic Technologist, Muang Sam Sip Hospital, Ubon Ratchathani Province
**** อาจารย์ประจำสาขาวิชารังสีเทคนิค คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง กรุงเทพมหานคร
**** Lecturer in the Department of Radiological Technology, Faculty of Science, Ramkhamhaeng University, Bangkok
***** ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นักวิชาการอิสระ
***** Assistant Professor, Independent Scholar
***** Corresponding Author: dhammathat.owa@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยเชิงทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาต้นแบบการพยากรณ์โรคปอดอักเสบจากภาพเอกซเรย์ปอดโดยใช้การวิเคราะห์ค่าสถิติ ทำการเก็บภาพเอกซเรย์ปอดย้อนหลังทั้งหมด 640 ภาพ แบ่งเป็นภาพปอดอักเสบ 320 ภาพและภาพปอดปกติ 320 ภาพ ระหว่างวันที่ 1 ตุลาคม 2564 ถึง 30 กันยายน 2565 แบ่งภาพแต่ละกลุ่มแบบสุ่มออกเป็นกลุ่มฝึกฝน 192 ภาพและกลุ่มทดสอบ 128 ภาพ ตามลำดับ วาดพื้นที่ขนาด 20 x 20 พิกเซลบนภาพเอกซเรย์ในกลุ่มฝึกฝนเพื่อวัดค่าสถิติจากโปรแกรม ImageJ จำนวน 9 ค่า ได้แก่ ค่าเฉลี่ยระดับเทา ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าความถี่สูงสุดที่แสดงค่าระดับเทา ค่าน้อยสุดของค่าระดับเทา ค่ามากสุดของค่าระดับเทา ค่าความหนาแน่นรวม ค่ามัธยฐาน ค่าความเบ้ และค่าความโด่ง เปรียบเทียบค่าสถิติจากการวัดบนภาพปอดอักเสบและภาพปอดปกติด้วยสถิติทดสอบ Independent sample t-test และ Mann-Whitney U-test ที่ระดับนัยสำคัญ .05 ผลการวิจัย พบว่า ค่าเฉลี่ยของค่าสถิติจำนวน 8 ค่าของภาพปอดอักเสบสูงกว่าภาพปอดปกติอย่างมีนัยสำคัญ ($p < .001$) ยกเว้นค่าความโด่ง ประสิทธิภาพของต้นแบบการพยากรณ์โรคปอดอักเสบด้วย

Received: June 14, 2024; Revised: September 27, 2024; Accepted: October 10, 2024

ค่าสถิติทั้ง 8 ค่า ได้แก่ ความไว ความจำเพาะ และความถูกต้อง อยู่ในช่วงร้อยละ 64.06 - 94.53, 71.09 - 96.09, 67.58 - 95.31 ตามลำดับ และค่าความหนาแน่นรวมมีประสิทธิภาพในการพยากรณ์สูงที่สุด ค่าสถิติทั้ง 8 ค่าที่วัดได้บนภาพเอกซเรย์ปอดสามารถนำมาพยากรณ์โรคปอดอักเสบได้ อย่างไรก็ตามการแปลผลจากภาพเอกซเรย์ปอดควรได้การรับรองจากรังสีแพทย์

คำสำคัญ: ค่าสถิติ ปอดอักเสบ การพยากรณ์ การเอกซเรย์ปอด

Abstract

This experimental research aimed to develop predictive models for pneumonia in chest X-ray images using statistical analysis. A total of 640 images were retrospective collected from October 1, 2021 - September 30, 2022 and were divided into 320 pneumonia images and 320 normal chest images. Subsequently, 192 images were randomly selected for training data and 128 images for testing data. A region of interest (ROI) of 20 x 20 pixels was drawn on the training data images, and statistical data were measured using ImageJ. The statistical analysis 9 values which included mean gray value, standard deviation, modal gray value, minimum gray level, maximum gray level, integrated density, median, skewness, and kurtosis. We compared the difference between pneumonia and normal chest images using Independent Sample t-test or Mann-Whitney U-test. We found that 8 statistical average values of pneumonia chest images were significantly higher than normal chest images ($p < 0.001$) except skewness. Predictive performances of 8 statistical values showed sensitivity, specificity, and accuracy of 64.06 - 94.53, 71.09 - 96.09, and 67.58 - 95.31, respectively and the total integrated density was the highest predictive performances. The 8 statistical values can predict pneumonia chest x-ray images. However, all chest x-ray images should be approved by radiologists.

Keywords: statistical value, pneumonia, prediction, chest x-ray

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

จากการรายงานของกองระบาดวิทยา ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม ถึง 31 ตุลาคม 2566 พบผู้ป่วยโรคปอดอักเสบในประชากรไทย จำนวน 239,197 ราย เสียชีวิต 224 ราย และผู้ป่วยโรคปอดอักเสบในโรงพยาบาลสมเด็จพระปิ่นเกล้า กรมแพทย์ทหารเรือ ปีงบประมาณ 2565 ระหว่างวันที่ 1 ตุลาคม 2565 - 30 กันยายน 2566 มีจำนวนผู้ป่วยใน 1,490 ราย และเสียชีวิต 163 ราย[1] อาการแสดง คือ มีไข้ ไอ หายใจเร็ว หอบ หายใจลำบาก หากผู้ป่วยที่มีประวัติและผลการตรวจร่างกายไม่ชัดเจน หรือต้องการประเมินภาวะแทรกซ้อนจากปอดอักเสบ จะส่งตรวจเอกซเรย์ปอดเพิ่มเติม[2] โดยภาพเอกซเรย์ช่วยในการวินิจฉัยรอยโรคที่เกิดจากการติดเชื้อภายในเนื้อปอด (Intrapulmonary lesion) ได้ ซึ่งสามารถแบ่งรอยโรคในภาพเอกซเรย์ปอดได้ 3 ลักษณะ คือ Lobar pneumonia (การติดเชื้อทั่วทั้ง Lobe) Bronchopneumonia (การติดเชื้อผ่านทางเดินหายใจ) และ Interstitial pneumonia (ติดเชื้อที่ผนังถุงลมและบริเวณรอบ)[3] นอกจากนี้ยังมีการตรวจทางห้องปฏิบัติการเพื่อยืนยันโรคและเป็นแนวทางในการแยกเชื้อที่เป็นสาเหตุ

ได้แก่ การตรวจนับเม็ดเลือดขาวในเลือด การย้อมเสมหะ การตรวจเสมหะเพาะเชื้อ การเพาะเชื้อจากเลือด เป็นต้น

การคัดกรองรอยโรคและการวินิจฉัยภาพเอกซเรย์ปอดจำนวนมากให้มีความถูกต้องในระยะเวลาเร่งด่วน อาจทำให้การรายงานผลจากภาพเอกซเรย์มีความคลาดเคลื่อน เนื่องจากภาพถ่ายเอกซเรย์ปอดเป็นภาพ 2 มิติ หากรอยโรคมีขนาดเล็กมาก หรือมีเงาของอวัยวะซ้อนทับกัน อาจทำให้เกิดการบังรอยโรคจนไม่สามารถแยกความแตกต่างระหว่างเนื้อเยื่อบริเวณนั้นได้[4] จึงมีนำภาพเอกซเรย์ที่แสดงระดับความขาวดำไม่เท่ากันมาศึกษาผ่านจอแสดงภาพในระบบดิจิทัล ภาพที่มองเห็นบนจอเกิดจากจุดมากมายเรียงต่อกันเรียกว่า พิกเซล แต่ละพิกเซลเมื่อนำมาเข้าโปรแกรมประมวลผลภาพทางการแพทย์จะมีการแสดงตัวเลขที่แตกต่างกัน ซึ่งตัวเลขดังกล่าวสามารถนำมาใช้ในการสร้างค่าสถิติเพื่อวิเคราะห์ข้อมูล โดยเฉพาะการแยกรายละเอียดของเนื้อเยื่อหรือรอยโรค ธนัติชัย ต้นโพธิ์ และคณะ[5] ได้ศึกษาตัวเลขที่แสดงในแต่ละพิกเซลของภาพเอกซเรย์มาหาค่าสถิติและสร้างกราฟฮิสโตแกรมเพื่อวิเคราะห์ภาพเอกซเรย์ปอดที่ผิดปกติ ณัฐ ทวนขุนทด และคณะ[6] ได้ศึกษาค่าเฉลี่ย ค่ามัธยฐาน และค่าฐานนิยม สามารถนำมาใช้ในการแยกระหว่างเนื้อเยื่อตับปกติและตับอักเสบออกจากกันได้ นอกจากนี้ได้มีการศึกษาค่าสถิติไปสู่การสร้างข้อมูลการเรียนรู้ในระดับที่สูงขึ้น เช่น การเรียนรู้ของเครื่อง (Machine learning) และการเรียนรู้เชิงลึก (Deep learning) เพื่อช่วยยืนยันผลการอ่านภาพเอกซเรย์ปอดในบริเวณรอยโรคไม่สามารถแยกด้วยตาเปล่าให้กับรังสีแพทย์ได้ อีกทั้งใช้ในการพยากรณ์รอยโรคที่มีความคลาดเคลื่อนจากการประเมินด้วยสายตา[7,8] ดังนั้นผู้วิจัยจึงจะนำค่าสถิติจากภาพเอกซเรย์ปอดมาใช้ในการวิเคราะห์เพื่อพัฒนาต้นแบบการพยากรณ์โรคปอดอักเสบในระดับเริ่มต้น โดยใช้แยกรอยโรคระหว่างปอดอักเสบและปอดปกติ และหากได้รับการพัฒนาต่อไปในอนาคตอาจช่วยลดความคลาดเคลื่อนและเพิ่มความถูกต้องในการวินิจฉัยของรังสีแพทย์ได้

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อพัฒนาต้นแบบการพยากรณ์โรคปอดอักเสบจากภาพเอกซเรย์ปอดโดยการใช้การวิเคราะห์ค่าสถิติ

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากร ข้อมูลภาพเอกซเรย์ปอดย้อนหลังระหว่างวันที่ 1 ตุลาคม 2565 ถึง 30 กันยายน 2566 อ้างอิงสถิติจากโรคหลักผู้ป่วยใน (โรคปอดอักเสบ) จำนวน 1,490 ราย และข้อมูลภาพเอกซเรย์ปอดปกติ (ตรวจสุขภาพประจำปี) จำนวน 1,490 ราย ของโรงพยาบาลสมเด็จพระปิ่นเกล้า กรมแพทย์ทหารเรือ

กลุ่มตัวอย่าง เกณฑ์คัดเข้า คือ ภาพเอกซเรย์ปอดที่แพทย์วินิจฉัยว่าเป็นปอดอักเสบโดยคัดเลือกภาพที่มีขนาดพิกเซลเท่ากับ 0.15 x 0.15 mm^2 และภาพเอกซเรย์ปอดปกติที่มีขนาดพิกเซลเท่ากับ 0.14 x 0.14 mm^2 เกณฑ์คัดออก คือ ภาพเอกซเรย์ปอดที่แพทย์วินิจฉัยมากกว่า 1 รอยโรค ภาพเอกซเรย์ปอดเด็กทารกแรกเกิด-14 ปี ภาพเอกซเรย์ปอดที่มีสิ่งแปลกปลอม (Artifact) มาบดบัง เช่น สาย EKG และ Ambu bag ภาพเอกซเรย์ปอดที่มองไม่เห็นขอบเขตลำรังสี Apex of lung หรือ Costophrenic angles

การคำนวณขนาดของกลุ่มตัวอย่าง ใช้สูตรของ Yamane[9] ดังสมการที่ (1) จากการคำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่าง ได้จำนวนภาพเอกซเรย์ปอดอย่างน้อยกลุ่มละ 315 ภาพ ในการเก็บข้อมูลจริงเก็บได้ภาพปอดปกติและภาพปอดอักเสบ กลุ่มละ 320 ภาพ รวมจำนวนภาพเอกซเรย์ปอด 640 ภาพ

$$n = \frac{N}{1+Ne^2} \quad (1)$$

$$n = \frac{1490}{1+1490(0.05)^2}$$

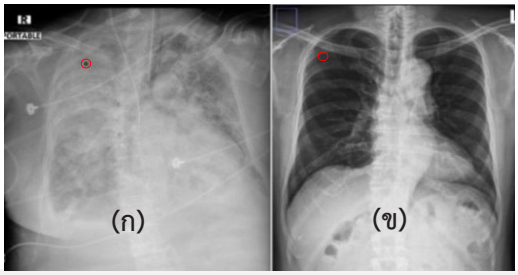
$$n = \frac{1490}{1+3.725} = 315.34$$

เมื่อ n หมายถึง จำนวนกลุ่มตัวอย่าง e หมายถึง ความคลาดเคลื่อนของการสุ่มตัวอย่าง กำหนดเป็น 5% (0.05) และ N หมายถึง ขนาดของประชากรเท่ากับ 1,490

เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย 1) Image data (ข้อมูลภาพ) ภาพถ่ายเอกซเรย์ปอด 2) โปรแกรม MicroDicom ใช้สำหรับการบันทึกไฟล์แบบ DICOM 3) โปรแกรม ImageJ ใช้สำหรับหาค่าข้อมูลสถิติ 4) โปรแกรม Statistical Package for the Social Science for Windows (SPSS) ใช้สำหรับทดสอบการแจกแจงและทดสอบความแตกต่างของข้อมูลสถิติ 5) เครื่องมือ Confusion Matrix ใช้สำหรับประเมินประสิทธิภาพของพารามิเตอร์

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ภาพถ่ายเอกซเรย์ปอดจริง จำนวน 640 ภาพ ประกอบด้วย ภาพปอดปกติ 320 ภาพ และภาพปอดอักเสบ 320 ภาพ แบ่งภาพทั้งหมดออกเป็น 2 กลุ่ม แบบสุ่มเป็นกลุ่มฝึกฝนและกลุ่มทดสอบในอัตราส่วน 60:40[10-13] กล่าวคือ กลุ่มฝึกฝน จำนวน 384 ภาพ คิดเป็นร้อยละ 60 (ภาพปอดปกติ 192 ภาพ และภาพปอดอักเสบ 192 ภาพ) และกลุ่มทดสอบ จำนวน 256 ภาพ คิดเป็นร้อยละ 40 (ภาพปอดปกติ 128 ภาพ และภาพปอดอักเสบ 128 ภาพ) นำภาพปอดอักเสบกลุ่มฝึกฝนทั้งหมดให้รังสีแพทย์วาดพื้นที่รอยโรคบนภาพ เพื่อระบุตำแหน่งมาตรฐาน (Gold standard) จากนั้นทำการวาดพื้นที่ที่สนใจ (Region of interest: ROI) ขนาด 20 x 20 พิกเซล ในบริเวณที่มีรอยโรคตามที่รังสีแพทย์ระบุไว้ ดังตัวอย่างในภาพที่ 1(ก) และทำการวาง ROI ขนาดเท่ากันและตำแหน่งเดียวกันบนภาพปอดปกติ ดังตัวอย่างในภาพที่ 1(ข) ทำการวัดค่าสถิติจำนวน 9 ตัว ได้แก่ ค่าเฉลี่ยระดับเทา (Mean gray value: Mean) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation: StdDev) ค่าฐานนิยมระดับเทา (Modal gray value: Mode) ค่าน้อยสุดระดับเทา (Min gray level: Min) ค่ามากสุดระดับเทา (Max gray level: Max) ค่าความหนาแน่นรวม (Integrated density: IntDen), ค่ามัธยฐาน (Median: Median) ค่าความเบ้ (Skewness: Skew) และค่าความโด่ง (Kurtosis: Kurt) โดยใช้โปรแกรม ImageJ สำหรับการทดสอบประสิทธิภาพการพยากรณ์โรคปอดอักเสบโดยใช้ข้อมูลภาพกลุ่มทดสอบ จำนวน 256 ภาพ ให้วาด ROI เหมือนกับข้อมูลภาพกลุ่มฝึกฝน และสังเกตค่าสถิติที่ได้จากโปรแกรม ImageJ ว่าอยู่ในช่วงของภาพปอดปกติหรือภาพปอดอักเสบ



Results

File Edit Font Results

	Mean	StdDev	Mode	Min	Max	IntDen	Median	Skew	Kurt
1	135.965	3.147	136	128	145	966.712	136	0.290	-0.032
2	40.829	1.779	40	37	46	252.879	40	0.625	-0.182

ภาพที่ 1 ตัวอย่างการวาดพื้นที่ (สีแดง) ขนาด 20 x 20 พิกเซลบนภาพเอกซเรย์ (ก) ปอดอักเสบ และ (ข) ปอดปกติ และค่าสถิติที่ได้ จำนวน 9 ตัว ด้วยโปรแกรม ImageJ (แถวที่ 1 เป็นค่าสถิติของภาพปอดอักเสบ และแถวที่ 2 เป็นค่าสถิติของภาพปอดปกติ)

การพิทักษ์สิทธิ์กลุ่มตัวอย่าง งานวิจัยนี้ได้ผ่านการรับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัย กรมแพทย์ทหารเรือ เลขที่ COA-NMD-REC 025/66 ระยะเวลาการรับรอง 30 สิงหาคม 2566 - 29 สิงหาคม 2567

การวิเคราะห์ข้อมูล

ค่าสถิติที่วัดได้จากภาพปอดอักเสบและภาพปอดปกติในกลุ่มฝึกฝน นำมาวิเคราะห์ทางสถิติด้วยโปรแกรม Statistical Package for the Social Science for Windows (SPSS) ทำการทดสอบการกระจายตัวของข้อมูลด้วยสถิติทดสอบ Kolmogorov-Smirnov test ที่ระดับนัยสำคัญ .05 และทำการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของค่าข้อมูลสถิติด้วยสถิติทดสอบ Independent sample t-test หรือ Mann Whitney U-test ที่ระดับนัยสำคัญ .05 เช่นกัน นำค่าสถิติที่ทดสอบว่ามีความแตกต่างกันมาพยากรณ์รอยโรคปอดอักเสบด้วยเครื่องมือ Confusion Matrix จากนั้นคำนวณร้อยละความไว ร้อยละความจำเพาะ และร้อยละความถูกต้อง ดังสมการที่ (2) - (4) ตามลำดับ

$$\%Sensitivity = \frac{TP \times 100}{TP+FN} \quad (2)$$

$$\%Specificity = \frac{TN \times 100}{TN+FP} \quad (3)$$

$$\%Correctness = \frac{TP+TN}{TP+TN+FP+FN} \times 100 \quad (4)$$

โดย TP (True Positive) เป็นผลการพยากรณ์ของค่าสถิติทำนายว่าเป็นโรคและในภาพเป็นโรค FP (False Positive) เป็นผลการพยากรณ์ของค่าสถิติทำนายว่าเป็นโรคแต่ในภาพไม่เป็นโรค TN (True Negative) เป็นผลการพยากรณ์ของค่าสถิติทำนายว่าไม่เป็นโรคและในภาพไม่เป็นโรค และ FN (False Negative) เป็นผลการพยากรณ์ของค่าสถิติทำนายว่าไม่เป็นโรคแต่ในภาพเป็นโรค

ผลการวิจัย

ค่าสถิติที่วัดได้จากภาพเอกซเรย์ปอดทั้งหมด 640 ภาพ แบ่งเป็นภาพปอดอักเสบ จำนวน 320 ภาพ และภาพปอดปกติ จำนวน 320 ภาพ จำนวน 9 ตัว ได้แก่ ค่าเฉลี่ยระดับเทา (Mean) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (StdDev) ค่าฐานนิยมระดับเทา (Mode) ค่าน้อยสุดระดับเทา (Min) ค่ามากสุดระดับเทา (Max) ค่าความหนาแน่นรวม (IntDen) ค่ามัธยฐาน (Median) ค่าความเบ้ (Skew) และค่าความโด่ง (Kurt) ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ช่วงค่าสถิติจำนวน 9 ตัวที่วัดได้จากภาพเอกซเรย์ปอด จำนวน 640 ภาพ แบ่งเป็นภาพปอดอักเสบ จำนวน 320 ภาพ และภาพปอดปกติ จำนวน 320 ภาพ

ค่าสถิติ	ภาพปอดอักเสบ (320 ภาพ)	ภาพปอดปกติ (320 ภาพ)
Mean	78.35 - 187.58	18.25 - 84.78
StdDev	1.85 - 17.20	1.01 - 7.38
Mode	70.00 -191.00	19.00 - 86.00
Min	53.00 - 172.00	13.00 - 77.00
Max	102.00 - 199.00	23.00 - 94.00
IntDen	217.87 - 1333.67	113.05 - 525.06
Median	77.00 - 189.00	19.00 - 85.00
Skew	(-1.29) - 1.19	(-0.75) - 2.04
Kurt	(-1.21) - 3.42	(-1.42) - 4.49

ค่าสถิติจำนวน 9 ตัวที่วัดได้จากภาพเอกซเรย์ปอดในกลุ่มฝึกฝนทั้งหมด ได้นำมาทดสอบการกระจายตัวของข้อมูลด้วยสถิติทดสอบ Kolmogorov-Smirnov test ที่ระดับนัยสำคัญ .05 พบว่า ค่าความเบ้ (Skew) เพียงตัวเดียวที่มีการแจกแจงข้อมูลแบบปกติ (Normal distribution) จึงใช้สถิติทดสอบ Independent sample t-test ในการทดสอบความแตกต่างระหว่างภาพปอดปกติและภาพปอดอักเสบ พบว่า ภาพปอดอักเสบมีค่าความเบ้น้อยกว่าภาพปอดปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .001$) ดังตารางที่ 2 สำหรับค่าสถิติที่เหลืออีก 8 ตัว มีการแจกแจงข้อมูลแบบไม่ปกติ จึงใช้สถิติทดสอบ Mann Whitney U-test ในการทดสอบความแตกต่างระหว่างภาพปอดปกติและภาพปอดอักเสบ พบว่า ค่าสถิติทุกค่ายกเว้นค่าความโด่ง (Kurt) ของภาพปอดอักเสบมีค่าสูงกว่าภาพปอดปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .001$) ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ความแตกต่างของค่าสถิติของข้อมูลระหว่างภาพปอดอักเสบกับปอดปกติในกลุ่มฝึกฝน โดยใช้สถิติทดสอบ Independent samples t-test และ Mann Whitney U-test ที่ระดับนัยสำคัญ .05

ค่าสถิติ	ภาพปอดอักเสบ (192 ภาพ)	ภาพปอดปกติ (192 ภาพ)	ค่าสถิติ t-test หรือ U-test
สถิติทดสอบ Independent samples t-test			
Skew	-0.12	0.36	-11.02*
สถิติทดสอบ Mann Whitney U-test			
Mean	288.28	96.72	43.00*
StdDev	268.33	116.67	3872.50*
Mode	288.29	96.71	40.50*
Min	287.78	97.22	138.50*
Max	288.31	96.69	36.50*
IntDen	287.56	97.44	181.00*
Median	288.28	96.72	42.50*
Kurt	186.66	198.34	17311.50

* $p < .05$

ประสิทธิภาพการพยากรณ์โรคปอดอักเสบในกลุ่มทดสอบ จำนวน 256 ภาพ ด้วยค่าสถิติทั้ง 8 ค่า (ยกเว้นค่าความโด่ง) ได้แก่ ร้อยละความไว ร้อยละความจำเพาะ และร้อยละความถูกต้อง อยู่ในช่วง 64.06 - 94.53, 71.09 - 96.09, 67.58 - 95.31 ตามลำดับ โดยค่าความหนาแน่นรวม (IntDen) มีประสิทธิภาพในการพยากรณ์สูงที่สุด และค่าความเบ้ (Skew) มีประสิทธิภาพในการพยากรณ์ต่ำที่สุด ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ประสิทธิภาพการพยากรณ์โรคในกลุ่มทดสอบด้วยค่าข้อมูลสถิติจำนวน 256 ภาพ แบ่งเป็นภาพปอดอักเสบ 128 ภาพ และภาพปอดปกติ 128 ภาพ ได้แก่ ร้อยละความไว ความจำเพาะ และความถูกต้อง

ค่าสถิติ	จำนวนภาพเอกซเรย์ปอด				ร้อยละ	ร้อยละ	ร้อยละ
	TP	TN	FN	FP	ความไว	ความจำเพาะ	ความถูกต้อง
Mean	116	123	12	5	90.63	96.09	93.36
StdDev	101	115	27	13	78.91	89.84	84.38
Mode	119	120	9	8	92.97	93.75	93.36
Min	116	115	12	13	90.63	89.84	90.23

ตารางที่ 3 ประสิทธิภาพการพยากรณ์โรคในกลุ่มทดสอบด้วยค่าข้อมูลสถิติจำนวน 256 ภาพ แบ่งเป็นภาพปอดอักเสบ 128 ภาพ และภาพปอดปกติ 128 ภาพ ได้แก่ ร้อยละความไว ความจำเพาะ และความถูกต้อง (ต่อ)

ค่าสถิติ	จำนวนภาพเอกซเรย์ปอด				ร้อยละ ความไว	ร้อยละ ความจำเพาะ	ร้อยละ ความถูกต้อง
	TP	TN	FN	FP			
Max	118	123	7	5	92.19	96.09	94.14
IntDen	121	123	7	5	94.53	96.09	95.31
Median	121	121	7	7	94.53	94.53	94.53
Skew	82	91	46	37	64.06	71.09	67.58

หมายเหตุ: TP = True Positive, TN = True Negative, FN = False Negative, FP = False Positive

การอภิปรายผลการวิจัย

ในการศึกษาครั้งนี้คณะผู้วิจัยได้ทำการรวบรวมภาพเอกซเรย์ปอดทั้งหมด 640 ภาพ เป็นภาพปอดปกติและภาพปอดอักเสบอย่างละ 320 ภาพ และได้ทำการแบ่งภาพแบบสุ่มออกเป็นกลุ่มฝึกฝน (ร้อยละ 60) ใช้สำหรับค้นหาค่าสถิติที่สามารถหาความแตกต่างระหว่างภาพปอดปกติและภาพปอดอักเสบ เพื่อนำไปใช้ในการพยากรณ์โรคปอดอักเสบในข้อมูลภาพกลุ่มทดสอบ (ร้อยละ 40) ค่าสถิติที่เลือกใช้ในการศึกษาครั้งนี้มีจำนวน 9 ตัว ได้แก่ ค่าเฉลี่ยระดับเทา (Mean) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (StdDev) ค่าฐานนิยมระดับเทา (Mode) ค่าน้อยสุดระดับเทา (Min) ค่ามากสุดระดับเทา (Max) ค่าความหนาแน่นรวม (IntDen) ค่ามัธยฐาน (Median) ค่าความเบ้ (Skew) และค่าความโด่ง (Kurt) พบว่า ค่าสถิติส่วนใหญ่มีช่วงข้อมูลที่ซ้อนทับกัน (ตารางที่ 1) แสดงว่า ในผู้ป่วยบางรายที่มีพยาธิสภาพหรือรอยโรคปอดอักเสบไม่ชัดเจน อาจเป็นอุปสรรคต่อการวินิจฉัยของรังสีแพทย์ในการจำแนกแยกโรคปอดอักเสบออกจากปอดปกติ ส่งผลให้เกิดการแปลผลที่ผิดพลาดได้

จากการวิเคราะห์ด้วยค่าสถิติ จำนวน 8 ตัว ได้แก่ Mean, StdDev, Mode, Min, Max, IntDen, Median, และ Skew (ตารางที่ 2) สามารถจำแนกโรคปอดอักเสบกับปอดปกติได้อย่างชัดเจน ($p < .001$) สอดคล้องกับงานวิจัยของ ณัฐ ทวนขุนทด และคณะ[6] ที่ได้ศึกษาการพยากรณ์โรคมะเร็งตับ จำนวน 3 ตัว ได้แก่ Mean, Median และ Mode แต่ขัดแย้งกับค่าสถิติ 2 ตัว ได้แก่ StdDev และ Skew เนื่องจากลักษณะทางกายภาพที่มองเห็นได้บนภาพถ่ายเอกซเรย์ของโรคมะเร็งตับและโรคปอดอักเสบมีความแตกต่างกัน อีกทั้งพยาธิสภาพดังกล่าวเกิดที่อวัยวะที่แตกต่างกัน

ประสิทธิภาพการพยากรณ์โรคปอดอักเสบในข้อมูลภาพกลุ่มทดสอบ จำนวน 256 ภาพ ด้วยค่าสถิติ จำนวน 8 ตัว (ตารางที่ 3) แสดงค่าร้อยละความไว ความจำเพาะ และความถูกต้อง อยู่ในระดับสูง (มากกว่าร้อยละ 60) ค่าสถิติที่ได้ประสิทธิภาพการพยากรณ์โรคปอดอักเสบสูงสุด ได้แก่ ค่าความหนาแน่นรวม (IntDen) เนื่องจากลักษณะเฉพาะตัวของพยาธิสภาพที่มีการอักเสบประกอบด้วยน้ำเป็นส่วนใหญ่ ทำให้พื้นที่บริเวณดังกล่าวมีความหนาแน่นของอวัยวะสูง ในขณะที่บริเวณปอดปกติประกอบด้วยอากาศเป็นส่วนใหญ่ ทำให้พื้นที่บริเวณดังกล่าวมีความหนาแน่นของอวัยวะต่ำกว่ามาก อย่างไรก็ตามค่าความเบ้ (Skew) มีประสิทธิภาพในการพยากรณ์ต่ำที่สุด เนื่องจากค่าความเบ้ใช้วัดความไม่สมมาตรของการกระจายตัวของข้อมูล ในภาพปอดอักเสบแสดงค่าเฉลี่ยของค่าความเบ้เป็นลบ หมายถึง เบ้ทางซ้าย ซึ่งตามทฤษฎีค่าเฉลี่ยจะน้อยกว่าค่ามัยฐานและน้อยกว่าค่าฐานนิยม

(Mean < Median < Mode)[14] แต่จากข้อมูลในตารางที่ 1 กลับพบว่าอาจจะไม่เป็นไปตามทฤษฎีในทุกภาพ ทำให้ได้ค่าพยากรณ์ที่เป็น True Negative และ False Negative ค่อนข้างสูง อีกทั้งภาพปอดอักเสบบางภาพให้ค่าความเบ้น้อยกว่า (-1) หรือมากกว่า 1 แสดงว่าข้อมูลมีความเบ้มาก ในทำนองเดียวกัน ค่าความโด่งไม่สามารถแยกภาพปอดอักเสบออกจากภาพปกติได้ เนื่องจากค่าความโด่งในบางภาพที่มากกว่า 1 แสดงว่า ค่าความโด่งสูงอาจบ่งชี้ถึงค่าผิดปกติเป็นจำนวนมาก[14]

การจำแนกรอยโรคปอดอักเสบกับปอดปกติด้วยการวิเคราะห์ค่าสถิติที่วัดได้บนภาพถ่ายเอกซเรย์ปอด เป็นการวิเคราะห์เชิงปริมาณที่มีความถูกต้องแม่นยำมากกว่าการประเมินด้วยสายตามนุษย์ สามารถนำไปพัฒนาต่อเป็นต้นแบบการพยากรณ์โรคปอดอักเสบในอนาคตได้ อย่างไรก็ตาม ค่าตัวเลขทางสถิติเป็นเพียงทางเลือกหนึ่งในการช่วยประเมินหรือยืนยันรอยโรคของรังสีแพทย์เท่านั้น ไม่สามารถใช้ทดแทนการแปลผลจากรังสีแพทย์ได้ทั้งหมด

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. เพิ่มจำนวนภาพ เพื่อให้ค่าข้อมูลใกล้ความเป็นจริงมากขึ้น

2. ทำใน CT-Chest เพราะมีค่า Electron density สามารถเทียบ HU ได้

3. ทำในรอยโรคอื่นบนภาพเอกซเรย์ปอด เช่น Cancer

4. เปลี่ยน Organ ในการวิเคราะห์ เช่น Abdomen

5. ควรทำการศึกษาแบบไปข้างหน้า (Prospective study) เพื่อประเมินค่าสถิติต้นแบบที่พัฒนาไว้

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณรังสีแพทย์ แพทย์เวชศาสตร์ฉุกเฉิน และแพทย์อายุรกรรมประจำโรงพยาบาลสมเด็จพระปิ่นเกล้า กรมแพทย์ทหารเรือ ที่ได้สละเวลาในการตรวจสอบการวาดพื้นที่บนภาพเอกซเรย์ปอด และขอขอบคุณอาจารย์ประจำภาควิชาสถิติ มหาวิทยาลัยรามคำแหงที่ช่วยแนะนำวิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

เอกสารอ้างอิง

1. National Vaccine Institute. Join forces to prepare Thailand to prevent 'pneumonia' after covid-19. [Internet]. 2022 [cited 2023 Jun 11]. Available from: http://nvi.go.th/2022/11/11/prnews-2565-pneu-1/. (in Thai).
2. Vibhavadi. "Pneumonia" causes, symptoms and health risks you should know. [Internet]. [cited 2023 Jun 11]. Available from: https://www.vibhavadi.com/Health-expert/detail/615. (in Thai).
3. Bureewong W. Chest radiology: selection of examinations and interpretation of chest x-ray. [Internet]. 2014 [cited 2023 Jun 20]. Available from: http://www.med.swu.ac.th/radiology/images/stories/Education/chest%20%20cvs%202014.pdf. (in Thai).
4. Bangkok Hospital. AI smart medical assistant. [Internet]. [cited 2023 Jun 23]. Available from: https://www.bangkokhospital.com/healthcare-intelligence/artificial-intelligence-innovation. (in Thai).

5. Tonpho T, Leelasantitham A, Kiattisin S. Investigation of chest x-ray images based on medical knowledge and balanced histograms. In: ISPACS 2010 - 2010 International Symposium on Intelligent Signal Processing and Communication Systems, Proceeding; 2010. doi; 10.1109/ISPACS.2010.5704636
6. Tuankhunthod N, Hadsai R, Plemjai S, Kaewlek T. Prediction of liver cancer using statistical analysis. Journal of Radiologic Technology 2020;45(1):22-7. (in Thai).
7. Chouhan V, Singh SK, Khamparia A, Gupta D, Tiwari P, Moreira C, et al. A novel transfer learning based approach for pneumonia detection in chest x-ray images. Appl Sci 2020;10(2):1-17.
8. Mahasririyapong P. Evaluation of the accuracy of an artificial intelligence (AI) automated chest X-ray reader in interpreting pulmonary tuberculosis from chest x-rays in outpatients with suspected pulmonary tuberculosis Mae Ramat district, Tak Province. Journal of Primary Care and Family Medicine 2021;4(3):35-45. (in Thai).
9. Yamane T. Statistics: an introductory analysis. 2nd ed. New York: Harper and Row; 1967.
10. Emara HM, Shoaib MR, Elwekeil M, El-Shafai W, Taha TE, El-Fishawy AS, et al. Deep convolutional neural networks for COVID-19 automatic diagnosis. Microsc Res Tech 2021;84(11):2504-16.
11. Guo X, Lu X, Zhang B, Hu X, Che S. Automatic detection and grading of diabetic macular edema based on a deep neural network. Retina 2022;42(6);1095-1102.
12. Garcia GGP, Yang J, Lavieri MS, McAllister TW, McCrea MA, Broglio SP. Optimizing components of the sport concussion assessment tool for acute concussion assessment. Neurosurgery 2020,87(5):971-81.
13. Sandford DM, Kirtley OJ, Lafit G, Thwaites R, O'Connor RC. An investigation into the factor structure of the attitudes to suicide prevention scale. Crisis 2020;41(2):97-104.
14. Piyawat J. What are skewness and kurtosis, and what can they indicate. [Internet]. [cited 2023 Jun 20]. Available from: https://www.gotoknow.org/posts/712806. (in thai).