



รายงานการวิจัย

โครงการทดสอบประสิทธิภาพทางคลินิกของระบบหูฟังแพทย์ทางไกล  
(Tele-stethoscope) และระบบวิเคราะห์สัญญาณเสียงปอดแบบเรียลไทม์

Clinical Efficacy Test of Telescopic Stethoscope System  
(Tele-stethoscope) and Real-Time Lung Sound Analysis System

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจาก  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ผลงานวิจัยเป็นความรับผิดชอบของหัวหน้าโครงการวิจัยแต่เพียงผู้เดียว



## รายงานการวิจัย

โครงการทดสอบประสิทธิภาพทางคลินิกของระบบหูฟังแพทย์ทางไกล  
(Tele-stethoscope) และระบบวิเคราะห์สัญญาณเสียงปอดแบบเรียลไทม์

Clinical Efficacy Test of Telescopic Stethoscope System  
(Tele-stethoscope) and Real-Time Lung Sound Analysis System

คณะผู้วิจัย

หัวหน้าโครงการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ พญ.พรทิพย์ นิมขุนทด

สาขาวิชาอายุรศาสตร์

สำนักวิชาแพทยศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ผู้ร่วมวิจัย

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ พญ.ปัทมา ทองดี

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ปีงบประมาณ พ.ศ. 2565

ผลงานวิจัยเป็นความรับผิดชอบของหัวหน้าโครงการวิจัยแต่เพียงผู้เดียว

มีนาคม 2566

## กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และผู้ให้ทุนสนับสนุนงานวิจัยงบประมาณด้านวิจัยและนวัตกรรมประเภท Fundamental Fund ประจำปีงบประมาณ 2565 การสนับสนุนในครั้งนี้ทำให้ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาความแตกต่างของสัญญาณเสียงปอด โดยใช้อุปกรณ์ Tele-stethoscope เปรียบเทียบกับการใช้ stethoscope แบบมาตรฐาน เป็นการทดสอบประสิทธิภาพของอุปกรณ์ Tele-stethoscope จากการพัฒนาระบบหูฟังแพทย์ทางไกล (Tele-stethoscope) และระบบวิเคราะห์สัญญาณเสียงปอดแบบเรียลไทม์ด้วยอัลกอริทึมปัญญาประดิษฐ์ ซึ่งส่งผลต่อการทำงานของแพทย์ให้สามารถคัดกรองผู้ป่วยโรคปอดได้อย่างรวดเร็ว

พรทิพย์ นิ่มขุนทด

ผู้วิจัย

มีนาคม 2566

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

## บทคัดย่อภาษาไทย

อุปกรณ์หูฟังแพทย์ทางไกล (Tele-stethoscope) และระบบวิเคราะห์สัญญาณเสียงปอดแบบเรียลไทม์ เป็นระบบพัฒนาสัญญาณเสียงจากสเตโทสโคป (Stethoscope) ปกติให้เป็นสัญญาณดิจิทัล (Digital) ของสัญญาณเสียงปอดกับสเตโทสโคปมาตรฐานที่ใช้ โดยโครงการนี้ทำการศึกษาความแตกต่างของสัญญาณเสียงปอด โดยใช้อุปกรณ์ Tele-stethoscope เปรียบเทียบกับการใช้ stethoscope แบบมาตรฐาน

ทดสอบประสิทธิภาพของอุปกรณ์หูฟังแพทย์ทางไกล (Tele-stethoscope) ในอาสาสมัคร 140 คน ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 เป็นอาสาสมัครที่มีสุขภาพแข็งแรง ไม่มีประวัติการรักษาหรือมีปัญหาเกี่ยวกับโรคทางปอด จำนวน 120 คน กลุ่มที่ 2 เป็นอาสาสมัครที่มีประวัติการรักษาหรือกำลังรักษาหรือมีปัญหาเกี่ยวกับโรคทางปอดชนิดไม่รุนแรงและเป็นโรคไม่ติดต่อ จำนวน 20 คน ให้ข้อมูลการทดสอบกับอาสาสมัครและเซนต์ไบยินยอม ทดสอบสัญญาณเสียงจากสเตโทสโคป (Stethoscope) ปกติหลังจากนั้นทดสอบสัญญาณเสียงจากอุปกรณ์หูฟังแพทย์ทางไกล (Tele-stethoscope) การทดสอบให้อาสาสมัครยึดตัวตรงหรือนอนตะแคง จากนั้นจะทำการบันทึกสัญญาณเสียงตามหลักการและตำแหน่งของการตรวจร่างกายทางการแพทย์ ทั้งหมด 14 จุดโดยทำการเก็บข้อมูล 2 ครั้งต่ออาสาสมัคร 1 คน การทดสอบหูฟังแพทย์ทางไกล (Tele-stethoscope) ตรวจสัญญาณเสียงปอดปกติและผิดปกติเปรียบเทียบกับหูฟังมาตรฐาน (Stethoscope) พบว่า มีการประเมินระดับการได้ยินเสียงอยู่ในระดับดีกว่าหูฟังปกติมาก (Better) และดีกว่าหูฟังปกติมากๆ (Best) เมื่อเปรียบเทียบกับหูฟังปกติ

สัญญาณเสียงจาก Tele-stethoscope จะถูกจัดเก็บเป็นข้อมูลสัญญาณเสียง ตรวจสอบความถูกต้อง ความแม่นยำของการทำงานและวิเคราะห์สัญญาณเสียงด้วยอัลกอริทึมปัญญาประดิษฐ์ ซึ่งส่งผลต่อการทำงานของแพทย์ให้สามารถคัดกรองผู้ป่วยโรคปอดได้อย่างรวดเร็ว จากการทดสอบพบว่าจำนวนเสียงปอดของผู้ป่วยที่มีความผิดปกติจำนวนทั้งหมด 28 เสียงโมเดลทำนายถูก 27 เสียงและทำนายผิด 1 เสียง ในขณะที่จำนวนเสียงปอดของคนปกติจำนวนทั้งหมด 28 เสียงเท่ากันโมเดลทำนายถูกเพียง 16 เสียงและทำนายผิดถึง 12 เสียง ซึ่งสามารถสรุปค่าต่างๆของโมเดลปัญญาประดิษฐ์ได้ดังต่อไปนี้ Sensitivity : 94.12 % , Specificity : 69.23 % และ Accuracy : 76.78 %

## บทคัดย่อภาษาอังกฤษ

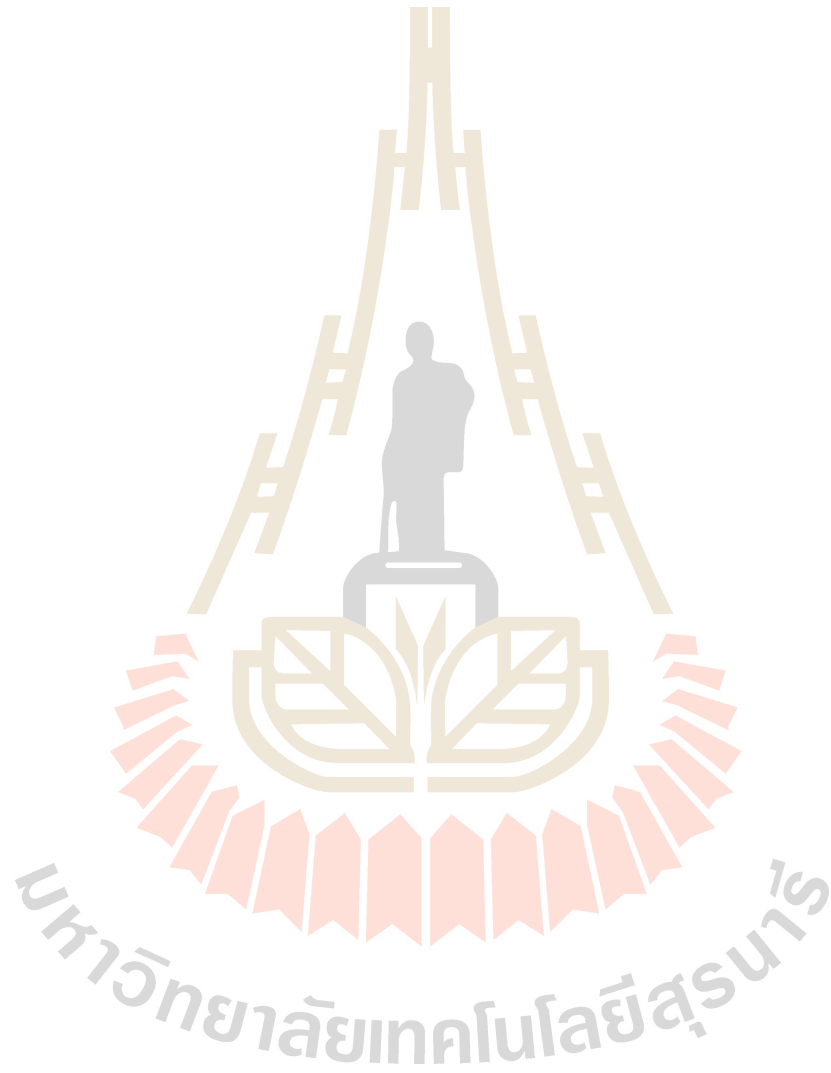
Tele-stethoscope and real-time pulmonary sound analysis system is a system to develop the sounds signal from a stethoscope into a digital signal lung sound signal with a standard stethoscope. This project studies differences in pulmonary sound signals by comparing the use of equipment between Tele-stethoscope and standard stethoscopes.

Device performance testing Tele-stethoscope in 140 volunteers divided into two groups. Group 1 is healthy volunteers. Don't have the story of treatment or problems with lung disease, 120 subjects. Group 2 consisted of 20 volunteers who had a medical history and currently receiving treatment for lung disease and non-communicable diseases. Provide the test data to the subjects and sign the consent form. Test the sound signal from a stethoscope. After that, test the sound signal from the Tele-stethoscope. The subjects are to straighten up or lie on their side. Then, sound signals were recorded according to the principle. Positions of medical examination were fourteen and collected two times per volunteer. Test the tele-stethoscope normal and abnormal pulmonary sounds were compared with standard stethoscopes. We found that the hearing level from the tele-stethoscope was better and best levels when compared with stethoscopes.

The sound signal from Tele-stethoscope will be stored as sound signal data to validate the accuracy of operation and signal analysis with artificial intelligence algorithms. The effect works for doctors quickly to screen patients with lung disease. From the test, 28 patients with lung sound abnormalities found that prediction 27 was correct and one was wrong, and 28 normal lung sounds found that prediction 16 was correct and 12 was wrong. The summarized as follows: Sensitivity: 94.12 %, Specificity: 69.23 %, and Accuracy: 76.78 %

## สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ.....	ก
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ค
สารบัญ.....	ง-จ
สารบัญตาราง.....	ฉ
สารบัญภาพ.....	ช-ฌ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาการวิจัย.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	1
1.3 ขอบเขตของการวิจัย.....	1
1.4 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย.....	2
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 โรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19).....	3
2.2 สเต็ทโทสโคป (Stethoscope).....	3
2.3 การฟังเสียงปอด (Lung auscultation).....	3
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	
3.1 กลุ่มอาสาสมัคร.....	6
3.2 อุปกรณ์การวิจัย.....	6
3.3 กระบวนการวิจัย.....	7
3.4 กระบวนการเก็บข้อมูล.....	8
3.5 การวิเคราะห์ผลการวิจัย.....	9
บทที่ 4 ผลการวิจัย	
4.1 ผลข้อมูลพื้นฐานของอาสาสมัคร.....	10
4.2 ผลของระดับการได้ยินเสียงปอดจากหูฟังแพทย์ทางไกล (Tele-stethoscope) เมื่อเปรียบเทียบกับหูฟังปกติ.....	13
4.3 ผลของการทดสอบโมเดลปัญญาประดิษฐ์ผลการทดสอบจะแสดงในรูปแบบของ Confusion matrix.....	36
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	
สรุปผลการวิจัย.....	37
ข้อเสนอแนะ.....	40
บรรณานุกรม.....	41



## สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 4.1.1 แสดงข้อมูลพื้นฐานอาสาสมัคร.....	10
ตารางที่ 4.1.2 แสดงข้อมูลความผิดปกติของปอดในอาสาสมัคร.....	11
ตารางที่ 4.1.3 แสดงการเปรียบเทียบข้อมูลทั่วไประหว่าง.....	12
ตารางที่ 4.2.1 แสดงข้อมูลการฟังเสียงปอดจากหูฟังแพทย์ทางไกล (Tele-stethoscope) เมื่อเปรียบเทียบกับหูฟังปกติ ระยะปกติ ในกลุ่มคนปกติ.....	13
ตารางที่ 4.2.2 แสดงข้อมูลการฟังเสียงปอดจากหูฟังแพทย์ทางไกล (Tele-stethoscope) เมื่อเปรียบเทียบกับหูฟังปกติ ระยะ 5-10 เมตร นอกห้อง ในกลุ่มคนปกติ.....	14
ตารางที่ 4.2.3 แสดงข้อมูลการฟังเสียงปอดจากหูฟังแพทย์ทางไกล (Tele-stethoscope) เมื่อเปรียบเทียบกับหูฟังปกติ ระยะ 10-15 เมตรนอกห้อง ในกลุ่มคนปกติ.....	15
ตารางที่ 4.2.4 แสดงข้อมูลการฟังเสียงปอดจากหูฟังแพทย์ทางไกล (Tele-stethoscope) เมื่อเปรียบเทียบกับหูฟังปกติ ระยะปกติ ในกลุ่มคนผิดปกติ.....	16
ตารางที่ 4.2.5 แสดงข้อมูลค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับการได้ยินจาก หูฟังแพทย์ทางไกล (Tele-stethoscope) เมื่อเทียบกับหูฟังปกติด้านหน้าของปอด ตำแหน่งที่1-6.....	17
ตารางที่ 4.2.6 แสดงข้อมูลค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับการได้ยินจาก หูฟังแพทย์ทางไกล (Tele-stethoscope) เมื่อเทียบกับหูฟังปกติด้านหลังของปอด ตำแหน่งที่7-14.....	18
ตารางที่ 4.2.7 แสดงข้อมูลการฟังเสียงปอดจากหูฟังแพทย์ทางไกล (Tele-stethoscope) เมื่อเทียบกับหูฟังปกติเปรียบเทียบการฟังระหว่างกลุ่มปกติและกลุ่มผิดปกติ ในระยะปกติ ตำแหน่งด้านหน้า.....	33
ตารางที่ 4.2.8 ข้อมูลการฟังเสียงปอดจากหูฟังแพทย์ทางไกล (Tele-stethoscope) เมื่อเทียบกับหูฟังปกติเปรียบเทียบการฟังระหว่างกลุ่มปกติและกลุ่มผิดปกติ ตำแหน่งด้านหลัง ในระยะปกติ.....	34
ตารางที่ 4.2.9 ข้อมูลความผิดปกติของปอดจากฟิล์ม X-ray และจากการฟังเสียง ในกลุ่มอาสาปอดผิดปกติ.....	35



## สารบัญรูปภาพ

	หน้า
รูปที่ 2.3.1 แสดงรูปลักษณะของอุปกรณ์ที่ถูกออกแบบไว้ (สีฟ้า) เพื่อรับเสียงจากสเต็ทโทสโคป ที่มีอยู่แล้วในทุกโรงพยาบาลทั่วไป.....	4
รูปที่ 2.3.2 แสดงขั้นตอนการทำงานของอุปกรณ์.....	4
รูปที่ 2.3.3 แสดงการจำลองการวิเคราะห์สัญญาณเสียงที่ถูกสร้างขึ้นด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์.....	4
รูปที่ 3.2.1 อุปกรณ์หูฟังแพทย์ทางไกล.....	6
รูปที่ 3.2.2 ระบบแสดงผลและเก็บข้อมูลสัญญาณเสียงดิจิทัลที่ได้จากอุปกรณ์หูฟังแพทย์.....	7
รูปที่ 3. แสดงตำแหน่งการตรวจร่างกายด้วย Stethoscope.....	8
กราฟที่ 4.2.1 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระดับการได้ยินเสียงปอดจากหูฟังแพทย์ทางไกล (Tele-stethoscope) เมื่อเทียบกับหูฟังปกติ ที่ระยะปกติ, ระยะ 5-10 เมตร นอกห้อง และระยะ10-15 เมตรนอกห้อง ตำแหน่งการตรวจปอดข้างหน้าบนขวา (ตำแหน่งที่ 1).....	19
กราฟที่ 4.2.2 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระดับการได้ยินเสียงปอดจากหูฟังแพทย์ทางไกล (Tele-stethoscope) เมื่อเทียบกับหูฟังปกติ ที่ระยะปกติ, ระยะ 5-10 เมตร นอกห้อง และระยะ10-15 เมตรนอกห้อง ตำแหน่งการตรวจปอดข้างหน้ากลางขวา (ตำแหน่งที่2).....	20
กราฟที่ 4.2.3 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระดับการได้ยินเสียงปอดจากหูฟังแพทย์ทางไกล (Tele-stethoscope) เมื่อเทียบกับหูฟังปกติ ที่ระยะปกติ, ระยะ 5-10 เมตร นอกห้อง และระยะ10-15 เมตรนอกห้อง ตำแหน่งการตรวจปอดข้างหน้าล่างขวา (ตำแหน่งที่3).....	21
กราฟที่ 4.2.4 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระดับการได้ยินเสียงปอดจากหูฟังแพทย์ทางไกล (Tele-stethoscope) เมื่อเทียบกับหูฟังปกติ ที่ระยะปกติ, ระยะ 5-10 เมตร นอกห้อง และระยะ10-15 เมตรนอกห้อง ตำแหน่งการตรวจปอดหน้าบนซ้าย (ตำแหน่งที่4).....	22
กราฟที่ 4.2.5 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระดับการได้ยินเสียงปอดจากหูฟังแพทย์ทางไกล (Tele-stethoscope) เมื่อเทียบกับหูฟังปกติ ที่ระยะปกติ, ระยะ 5-10 เมตร นอกห้อง และระยะ10-15 เมตรนอกห้อง ที่ตำแหน่งการตรวจปอดข้างหน้ากลางซ้าย (ตำแหน่งที่5).....	23
กราฟที่ 4.2.6 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระดับการได้ยินเสียงปอดจากหูฟังแพทย์ทางไกล (Tele-stethoscope) เมื่อเทียบกับหูฟังปกติ ที่ระยะปกติ, ระยะ 5-10 เมตร	

## สารบัญรูปร่างภาพ (ต่อ)

หน้า

นอกห้อง และระยะ10-15 เมตรนอกห้อง ตำแหน่งการตรวจปอดข้างหน้าล่างซ้าย (ตำแหน่งที่6).....	24
<b>กราฟที่ 4.2.7</b> แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระดับการได้ยินเสียงปอดจากหูฟังแพทย์ทางไกล (Tele-stethoscope) เมื่อเทียบกับหูฟังปกติ ที่ระยะปกติ, ระยะ 5-10 เมตร นอกห้อง และระยะ10-15 เมตรนอกห้อง ที่ตำแหน่งการตรวจปอดข้างหลังบนขวา (ตำแหน่งที่7).....	25
<b>กราฟที่ 4.2.8</b> แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระดับการได้ยินเสียงปอดจากหูฟังแพทย์ทางไกล (Tele-stethoscope) เมื่อเทียบกับหูฟังปกติ ที่ระยะปกติ, ระยะ 5-10 เมตร นอกห้อง และระยะ10-15 เมตรนอกห้อง ตำแหน่งการตรวจปอดข้างหลังกลางขวา (ตำแหน่งที่8).....	26
<b>กราฟที่ 4.2.9</b> แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระดับการได้ยินเสียงปอดจากหูฟังแพทย์ทางไกล (Tele-stethoscope) เมื่อเทียบกับหูฟังปกติ ที่ระยะปกติ, ระยะ 5-10 เมตร นอกห้อง และระยะ10-15 เมตรนอกห้อง ตำแหน่งการตรวจปอดข้างหลังล่างขวา (ตำแหน่งที่9).....	27
<b>กราฟที่ 4.2.10</b> แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระดับการได้ยินเสียงปอดจากหูฟังแพทย์ทางไกล (Tele-stethoscope) เมื่อเทียบกับหูฟังปกติ ที่ระยะปกติ, ระยะ 5-10 เมตร นอกห้อง และระยะ10-15 เมตรนอกห้อง ตำแหน่งการตรวจปอดข้างหลังด้านข้างขวา (ตำแหน่งที่10).....	28
<b>กราฟที่ 4.2.11</b> แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระดับการได้ยินเสียงปอดจากหูฟังแพทย์ทางไกล (Tele-stethoscope) เมื่อเทียบกับหูฟังปกติ ที่ระยะปกติ, ระยะ 5-10 เมตร นอกห้อง และระยะ10-15 เมตรนอกห้อง ตำแหน่งการตรวจปอดข้างหลังบนซ้าย (ตำแหน่งที่11).....	29
<b>กราฟที่ 4.2.12</b> แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระดับการได้ยินเสียงปอดจากหูฟังแพทย์ทางไกล (Tele-stethoscope) เมื่อเทียบกับหูฟังปกติ ที่ระยะปกติ, ระยะ 5-10 เมตร นอกห้อง และระยะ10-15 เมตรนอกห้อง ตำแหน่งการตรวจปอดข้างหลังกลางซ้าย (ตำแหน่งที่12).....	30
<b>กราฟที่ 4.2.13</b> แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระดับการได้ยินเสียงปอดจากหูฟังแพทย์ทางไกล (Tele-stethoscope) เมื่อเทียบกับหูฟังปกติ ที่ระยะปกติ, ระยะ 5-10 เมตร นอกห้อง และระยะ10-15 เมตรนอกห้อง ตำแหน่งการตรวจปอดข้างหลังล่างซ้าย (ตำแหน่งที่13).....	31
<b>กราฟที่ 4.2.14</b> แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระดับการได้ยินเสียงปอดจากหูฟังแพทย์ทางไกล	

ณ  
สารบัญรูปรภาพ (ต่อ)

หน้า

(Tele-stethoscope) เมื่อเทียบกับหูฟังปกติ ที่ระยะปกติ, ระยะ 5-10 เมตร นอกห้อง และระยะ10-15 เมตรนอกห้อง ตำแหน่งการตรวจปอด ข้างหลังด้านข้างซ้าย (ตำแหน่งที่14).....	32
รูปที่ 4.3 Confusion matrix ของผลการทดสอบโมเดลปัญญาประดิษฐ์.....	36



# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาการวิจัย

เนื่องจากในช่วงเวลานี้ได้เกิดเหตุการณ์การระบาดของไวรัส COVID-19 การคัดกรองและวินิจฉัยโรคในขั้นตอนของการตรวจร่างกาย โดยใช้ Stethoscope ในการสัมผัสและใกล้ชิดกับผู้ป่วยทำให้แพทย์มีความเสี่ยงที่จะติดเชื้อจากผู้ป่วยมากขึ้น จากสถิติการรับมือต่อเชื้อไวรัส COVID-19 ของทุกประเทศทั่วโลกพบว่าแพทย์ติดเชื้อไวรัสจนต้องหยุดทำงานและเสียชีวิตเป็นจำนวนมาก ส่งผลให้เกิดการขาดบุคลากรในการทำงานเพื่อรักษาผู้ป่วยโรคอื่นๆ รวมไปถึงการรับมือการแพร่ระบาดของเชื้อไวรัส COVID-19 ไปเป็นอย่างยากลำบาก

นอกจากนี้ในปัจจุบันการคัดกรองและวินิจฉัยโรคเบื้องต้นสามารถทำได้จากเพียงแค่การฟังด้วยสแต็ทโทสโคปเพียงเท่านั้น โดยจะต้องอาศัยความเชี่ยวชาญและประสบการณ์ของแพทย์ในการวินิจฉัยโรคเบื้องต้น ในสภาวะปัจจุบัน การสร้างเครื่องมือในการรักษาโดยไม่สัมผัสทั้งเสียงของปอด เสียงหัวใจ เริ่มมีการพัฒนาโดยอาศัยเทคโนโลยีเพิ่มขึ้นจากระบบโทรเวช การรักษาทางไกลที่มีมากขึ้นในยุคของการระบาดและเฝ้าระวังโรคติดเชื้อ ทั้งการศึกษาในเด็กและผู้ใหญ่ การฟังเสียงจะฟังในคลื่นความถี่ประมาณ 20-20,000 Hz ทั้งนี้มีความแตกต่างการได้ยินเสียงสั้นสะท้อน การฟังเสียงปอด จะอยู่ในความถี่ประมาณ 100-1,000 Hz และถ้าเป็นเสียงผิดปกติ ก็จะมีความต่างของความถี่ wheezing (100-5,000 Hz), rhonchi (150 Hz), coarse crackle (350 Hz), fine crackle (650 Hz) ทำให้เกิดการแปลผลแตกต่างกันได้ ขึ้นอยู่กับประสบการณ์ของแพทย์และการฝึกฝน ดังนั้นในบางคนจะไม่ได้ยินเสียงที่มีความถี่ต่ำกว่า 50 Hz จึงเป็นความจำกัดของการฟังเสียง แม้จะเป็นแพทย์ผู้เชี่ยวชาญก็ตาม ดังนั้นแนวคิดการใช้ปัญญาประดิษฐ์จะแยกแยะประเภทของเสียงปอดที่ผิดปกติได้ถูกต้องและแม่นยำมากกว่า และสามารถนำไปใช้ได้อย่างกว้างขวางมากขึ้นแม้ในสถานพยาบาลนั้นจะไม่มีแพทย์ผู้เชี่ยวชาญก็ตาม การนำอัลกอริทึมปัญญาประดิษฐ์มาช่วยในการคัดกรองหรือวินิจฉัยโรคเกี่ยวกับปอดได้เร็วยิ่งขึ้น

### 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาความแตกต่างของสัญญาณเสียงปอดปกติ โดยใช้อุปกรณ์ Tele-stethoscope เปรียบเทียบกับการใช้ stethoscope แบบมาตรฐาน

1.2.2 เพื่อศึกษาความแตกต่างของสัญญาณเสียงปอดที่ผิดปกติ โดยใช้อุปกรณ์ Tele-stethoscope เปรียบเทียบกับการใช้ stethoscope แบบมาตรฐาน

### 1.3 ขอบเขตของการวิจัย

ในการศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาระบบหูฟังแพทย์ทางไกล (Tele-stethoscope) และระบบวิเคราะห์สัญญาณเสียงปอดแบบเรียลไทม์ ซึ่งผู้วิจัยศึกษาการรับมือต่อเชื้อไวรัส COVID-19 ของทุกประเทศทั่วโลกพบว่าแพทย์ติดเชื้อไวรัสจนต้องหยุดทำงานและเสียชีวิตเป็นจำนวนมาก เนื่องจากแพทย์จะใช้สแต็ทโทสโคป (Stethoscope) ในการตรวจร่างกายเพื่อคัดกรองและวินิจฉัยโรค (หัวใจและปอด) ในเบื้องต้น ทางวิศวกรรมได้

ออกแบบและพัฒนาระบบหูฟังแพทย์ทางไกล (Tele-stethoscope) และในโครงการวิจัยนี้ได้ทำการทดสอบอุปกรณ์ Tele-stethoscope กับอาสาสมัคร จำนวนทั้งหมด 180 คน และบันทึกข้อมูลเป็นสัญญาณเสียงเก็บเป็นไฟล์ข้อมูล สามารถกลับมาฟังย้อนหลังได้ และวิเคราะห์สัญญาณเสียงด้วยอัลกอริทึมปัญญาประดิษฐ์

#### 1.4 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

ผลจากการวิจัยครั้งนี้เป็นประโยชน์ต่อการทำงานของแพทย์ในการตรวจร่างกายเพื่อคัดกรองและวินิจฉัยโรค (หัวใจและปอด) ในเบื้องต้นซึ่งจะลดความเสี่ยงต่อการติดเชื้อจากการสัมผัสร่างกายระหว่างแพทย์กับผู้ป่วย ในการพัฒนาระบบหูฟังแพทย์ทางไกล (Tele-stethoscope) และระบบวิเคราะห์สัญญาณเสียงปอดแบบเรียลไทม์ จะมีการขยายเสียงและกรองสัญญาณเสียงของอุปกรณ์ Tele-stethoscope เพื่อการฟังที่ชัดเจนขึ้น และสามารถคัดกรองผู้ป่วยโรคปอดได้อย่างรวดเร็วจากการสร้างอัลกอริทึมปัญญาประดิษฐ์ ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อหน่วยงานโรงพยาบาล และสถานสุขภาพต่างๆ

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### 2.1 โรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19)

COVID-19 เป็นโรคไวรัสโคโรนาสายพันธุ์ใหม่ มีผลต่อระบบทางเดินหายใจแบบรุนแรงเฉียบพลัน เกิดครั้งแรกในเดือน ธันวาคม 2562 ในนครอู่ฮั่น ประเทศจีน ไวรัสมีการแพร่กระจายจากคนสู่คนได้จากการสัมผัสใกล้ชิดระหว่างบุคคลผ่านทางละอองเสมหะขนาดเล็ก ซึ่งส่งผลกระทบต่อประชากรทั่วโลก อันตรายถึงแก่ชีวิตได้ ในการจัดการทางการแพทย์ในปัจจุบัน สำหรับการคัดกรองและวินิจฉัยโรคในขั้นตอนของการตรวจร่างกายโดยใช้สเต็ทโทสโคป ในการสัมผัสและใกล้ชิดกับผู้ป่วยทำให้แพทย์มีความเสี่ยงที่จะติดเชื้อจากผู้ป่วยมากขึ้น จากสถิติการรับมือต่อเชื้อไวรัส COVID-19 ของทุกประเทศทั่วโลกพบว่ามีแพทย์ติดเชื้อไวรัสจนต้องหยุดทำงาน และเสียชีวิตเป็นจำนวนมาก ส่งผลให้เกิดการขาดบุคลากรในการทำงานเพื่อรักษาผู้ป่วยโรคอื่นๆ รวมไปถึงการรับมือการแพร่ระบาดของเชื้อไวรัส COVID-19 ไปเป็นอย่างดียากลำบาก

#### 2.2 สเต็ทโทสโคป (Stethoscope)

ในช่วงหลายปีที่ผ่านมาแพทย์และผู้ปฏิบัติงานทางการแพทย์ใช้หูฟังแพทย์หรือที่เรียกว่า สเต็ทโทสโคป (Stethoscope) ในการตรวจร่างกายฟังเสียงผิดปกติเพื่อคัดกรองและวินิจฉัยโรค (หัวใจและปอด) ในเบื้องต้นก่อนที่จะส่งตัวไปตรวจด้วยเครื่องมือที่ดีกว่าเพื่อเพิ่มความแม่นยำในการวินิจฉัยซึ่งการตรวจร่างกายผู้ป่วยด้วยสเต็ทโทสโคป ถือเป็นงานที่ยากเนื่องจากเสียงมีความถี่ต่ำ ช่วงเวลาระหว่างเสียงสั้น และมีเสียงรบกวนจากภายนอก จำเป็นต้องอาศัยแพทย์ที่มีประสบการณ์สูงในการฟังเสียงจึงจะสามารถวินิจฉัยความผิดปกติของหัวใจและปอดได้จากการใช้เพียงสเต็ทโทสโคป ซึ่งต่อมาจึงมีการพัฒนาดิจิทัลสเต็ทโทสโคป โดยมีฟังก์ชันพิเศษในการขยายเสียงและกรองสัญญาณเสียงเพื่อลดเสียงรบกวนจากภายนอกเพื่อการฟังเสียงที่ชัดเจน อีกทั้งยังสามารถบันทึกเสียงหัวใจและปอดของผู้ป่วยเพื่อใช้พิจารณาในภายหลังได้อีกด้วย

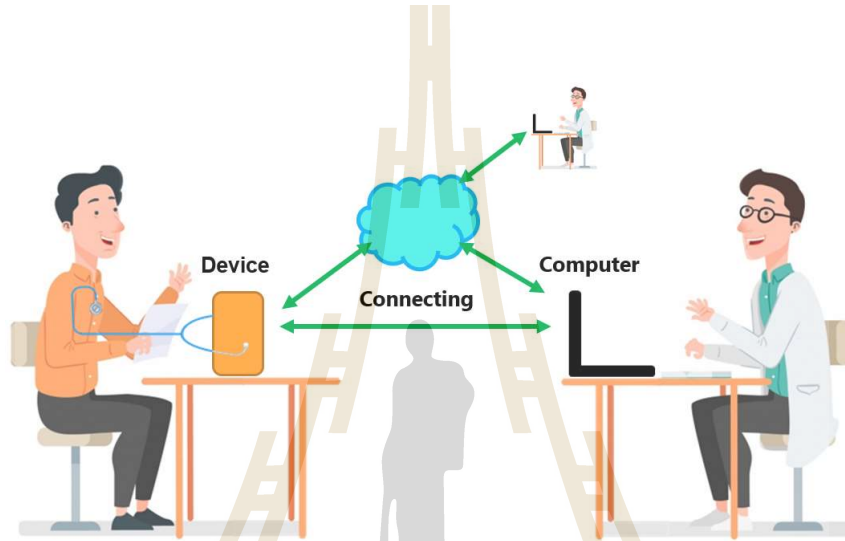
#### 2.3 การฟังเสียงปอด (Lung auscultation)

แพทย์และผู้ปฏิบัติงานทางการแพทย์มีการคัดกรองและวินิจฉัยโรค (ปอด/หัวใจ) จากการฟังเสียงปอดที่ปกติ และผิดปกติ เสียงที่ผิดปกติจะเป็นเสียงแตก หรือเสียงหวีดซึ่งเกิดจากการไหลของการอากาศในทางเดินหายใจ หรือการมีสารคัดหลั่งอยู่ในระบบทางเดินหายใจ ซึ่งเสียงผิดปกตินี้จะเกิดใน วัฏจักรทางเดินหายใจ (Respiratory cycle) การเกิดเสียงผิดปกติในแต่ละช่วงของ วัฏจักรทางเดินหายใจสามารถวินิจฉัยโรค (ปอด/หัวใจ) ได้ ซึ่งการคัดกรองและวินิจฉัยโรคใช้เวลา และความเสี่ยงจากการสัมผัสผู้ป่วย จากการศึกษาผลงานวิจัยก่อนหน้านี้พบว่ามีการวิเคราะห์สัญญาณ โดยการนำสัญญาณเสียงหัวใจมาวิเคราะห์ด้วยอัลกอริทึมปัญญาประดิษฐ์ เพื่อตรวจสอบความผิดปกติของหัวใจแบบเวลาจริง (Real-Time) [1-3] ในขณะที่สัญญาณเสียงปอดก็ถูกนำมาวิเคราะห์ด้วยอัลกอริทึมปัญญาประดิษฐ์ด้วยเช่นกัน [4-6] จากงานวิจัยที่ผ่านมาแสดงให้เห็นถึงความเป็นไปได้ที่โครงการวิจัยนี้สามารถที่จะพัฒนาอุปกรณ์และอัลกอริทึมปัญญาประดิษฐ์เพื่อวิเคราะห์ความผิดปกติของสัญญาณเสียงหัวใจและปอดสำหรับคนไทยได้

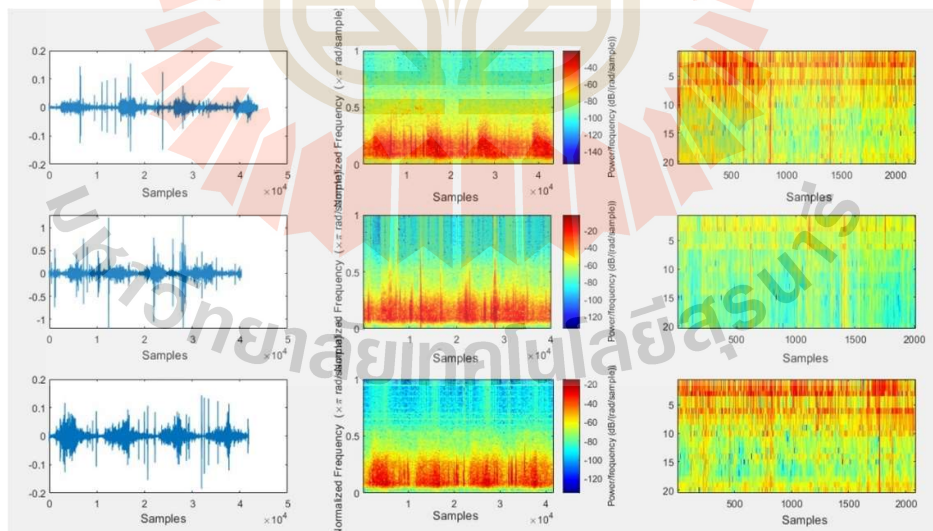




รูปที่ 2.3.1 แสดงรูปลักษณะของอุปกรณ์ที่ถูกออกแบบไว้ (สีฟ้า) เพื่อรับเสียงจากสเตโทสโคปที่มีอยู่แล้วในทุกโรงพยาบาลทั่วไป



รูปที่ 2.3.2 แสดงขั้นตอนการทำงานของอุปกรณ์



รูปที่ 2.3.3 แสดงการจำลองการวิเคราะห์สัญญาณเสียงที่ถูกสร้างขึ้นด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

ดังนั้นโครงการวิจัยนี้จึงพัฒนากล่องรับเสียงจากสเตโทสโคปที่มีอยู่แล้วในโรงพยาบาลทั่วไป ดังแสดงในรูปที่ 1 ให้สามารถเปลี่ยนสัญญาณเสียงปกติเป็นดิจิทัลด้วยวงจรถอรรถนิกส์ พร้อมการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อทำงานร่วมกันกับอุปกรณ์ โดยโปรแกรมจะมีความสามารถในการปรับระดับสัญญาณเสียงในขณะที่แพทย์ตรวจผู้ป่วย ให้มีเสียงที่ตั้งขึ้นและชัดขึ้น สามารถจัดเก็บไฟล์เสียงไว้ในคอมพิวเตอร์เพื่อกลับมาฟังอีกครั้ง นอกจากนี้ยังสามารถส่งเสียงการเต้นของหัวใจหรือเสียงหายใจจากปอดไปยังอินเทอร์เน็ตจากที่หนึ่งไปอีกที่หนึ่งได้ (Tele-stethoscope) เพื่อสร้างระยะห่างระหว่างผู้ป่วยกับแพทย์ และลดความเสี่ยงที่แพทย์จะติดเชื้อไวรัส COVID-19 โดยที่แพทย์ยังคงสามารถวินิจฉัยและคัดกรองผู้ป่วยได้เช่นเดิม ดังแสดงในรูปที่ 2 ยิ่งไปกว่านั้นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ยังสามารถให้คำแนะนำเบื้องต้นแก่แพทย์ ด้วยการวิเคราะห์สัญญาณเสียงจากสเตโทสโคปด้วยปัญญาประดิษฐ์ (Artificial intelligence) ซึ่งจะช่วยให้แพทย์ตัดสินใจหรือวินิจฉัยการรักษาผู้ป่วยได้รวดเร็วยิ่งขึ้นอีกด้วยแสดงในรูปที่ 3 โดย pattern ที่แตกต่างกันของรูปทั้ง 3 แบบ สื่อความหมายใดของสัญญาณเสียงปอด เช่น สัญญาณเสียงจากปอดที่ปกติ หรือมีความผิดปกติ จะได้ข้อมูลจากการเก็บข้อมูลในโครงการวิจัยนี้ เนื่องจากยังไม่เคยมีการศึกษาก่อนหน้า





## บทที่ 3

### วิธีดำเนินการวิจัย

#### 3.1 กลุ่มอาสาสมัคร

การศึกษาวิจัยเป็นประเภท Pilot study รูปแบบโครงการวิจัย Quasi-experimental study (manipulation and control only, without randomization) อาสาสมัครอายุ 18-80 ปี 180 คน แบ่งกลุ่มออกเป็น 2 กลุ่ม

กลุ่มที่ 1 ใช้หูฟังแพทย์ทางไกล (Tele-stethoscope) ตรวจสอบสัญญาณเสียงปอดปกติเปรียบเทียบกับหูฟังมาตรฐาน (Stethoscope) ในคนที่มีสุขภาพแข็งแรง ไม่มีประวัติการรักษาหรือมีปัญหากเกี่ยวกับโรคทางปอด จำนวน 120 คน

กลุ่มที่ 2 ใช้หูฟังแพทย์ทางไกล (Tele-stethoscope) ตรวจสอบสัญญาณเสียงผิดปกติของปอดเปรียบเทียบกับหูฟังมาตรฐาน (Stethoscope) ในกลุ่มคนที่มีประวัติการรักษาหรือกำลังรักษาหรือมีปัญหากเกี่ยวกับโรคทางปอด ชนิดไม่รุนแรงและเป็นโรคไม่ติดต่อ จำนวน 60 คน

#### 3.2 อุปกรณ์ในการวิจัย

##### 3.2.1 อุปกรณ์หูฟังแพทย์ทางไกล

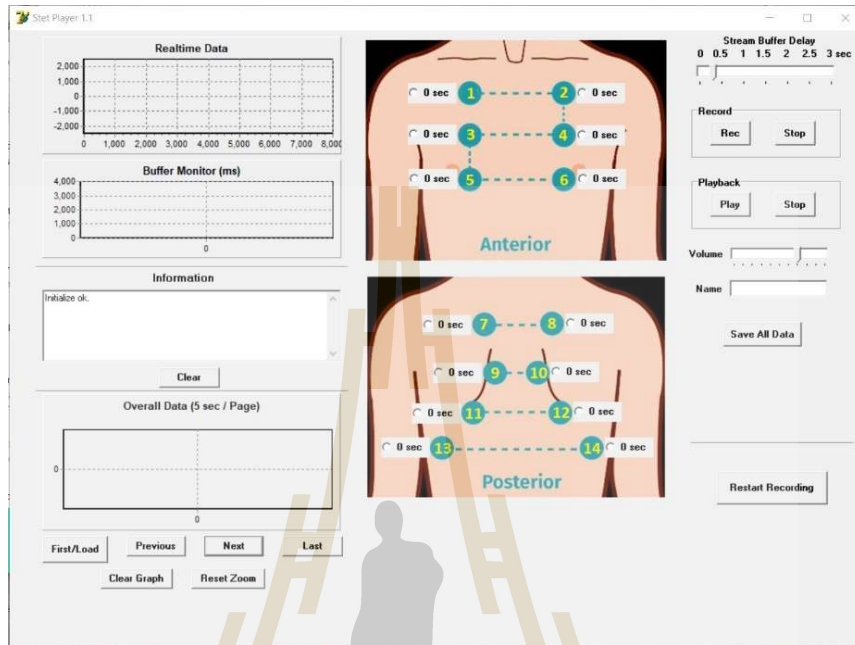
อุปกรณ์หูฟังแพทย์ทางไกลถูกดัดแปลงจากหูฟังปกติโดยทีมวิศวกรรม ซึ่งเป็นหูฟังแพทย์ทางไกลไร้สายที่สามารถส่งข้อมูลเสียงผ่านไวไฟ (Wi-Fi) ไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์ของผู้ใช้งาน



รูปที่ 3.2.1 อุปกรณ์หูฟังแพทย์ทางไกล

### 3.2.2 คอมพิวเตอร์

คอมพิวเตอร์ได้รับข้อมูลเสียงจากอุปกรณ์หูฟังแพทย์ทางไกล โดยในคอมพิวเตอร์จะมีโปรแกรมที่บันทึกข้อมูลเสียงแต่ละจุดของการฟัง ดังรูปที่ ซึ่งในระบบสามารถแสดงสัญญาณเสียงแบบเรียลไทม์



รูปที่ 3.2.2 ระบบแสดงผลและเก็บข้อมูลสัญญาณเสียงดิจิทัลที่ได้จากอุปกรณ์หูฟังแพทย์

### 3.2.3 เครื่องส่งสัญญาณไวไฟ (Wi-Fi)

เครื่องส่งสัญญาณไวไฟทำหน้าที่ส่งสัญญาณจากตัวหลักไปยังตัวรอง เพื่อให้สัญญาณกระจายไปยังบริเวณที่มีการตรวจฟังเสียงทำให้สามารถฟังเสียงระยะไกลได้ดีขึ้น

### 3.2.4 หูฟัง

หูฟังเป็นอุปกรณ์ใช้สำหรับคุณหมอฟังขณะที่ตรวจและมีการบันทึกข้อมูลไปพร้อมกัน

## 3.3 กระบวนการวิจัย

3.3.1 ศึกษาวิธีการวิเคราะห์และจำแนกประเภทของสัญญาณเสียงจาก Tele-stethoscope

3.3.2 เมื่อได้รับการรับรองจริยธรรมวิจัยในมนุษย์แล้ว ทีมผู้วิจัยทำหนังสือขออนุญาตเข้าเก็บข้อมูลวิจัยต่อผู้อำนวยการโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี เมื่อได้รับอนุญาตให้เข้าเก็บข้อมูลได้ ทีมนักวิจัยจะติดป้ายประชาสัมพันธ์หาอาสาสมัครกลุ่มที่ 1 และ 2

กลุ่มที่ 1 นัดอาสาสมัครเข้าร่วมการทดสอบ อธิบายข้อมูลโครงการวิจัยและขั้นตอนการปฏิบัติตัวให้อาสาสมัครทราบหลังจากนั้นจึงขอความยินยอมจากอาสาสมัคร

กลุ่มที่ 2 เข้าไปหาผู้ป่วยโรคปอดที่ห้องตรวจผู้ป่วยนอกและหอผู้ป่วยใน อธิบายข้อมูลโครงการวิจัยและขั้นตอนการปฏิบัติตัวให้อาสาสมัครทราบหลังจากนั้นจึงขอความยินยอมจากอาสาสมัคร

3.3.3 แพทย์ผู้วิจัยใช้อุปกรณ์ Tele-stethoscope ฟังเสียงปอดเก็บข้อมูลสัญญาณเสียงปอดเปรียบเทียบกับการใช้ stethoscope แบบมาตรฐาน โดยตัว Tele-stethoscope จะใช้ diaphragm หรือส่วนที่แตะตัวอาสาสมัครตามหลักการและตำแหน่งของการตรวจร่างกายทางการแพทย์ ทั้งหมด 14 จุด และระบบวงจรในตัวเครื่องไม่ได้ต่อกับปลั๊กไฟที่มีกระแสไฟฟ้า จึงมีความปลอดภัยต่ออาสาสมัคร และมีอุปกรณ์แปลงสัญญาณเสียงให้เป็นดิจิทัล

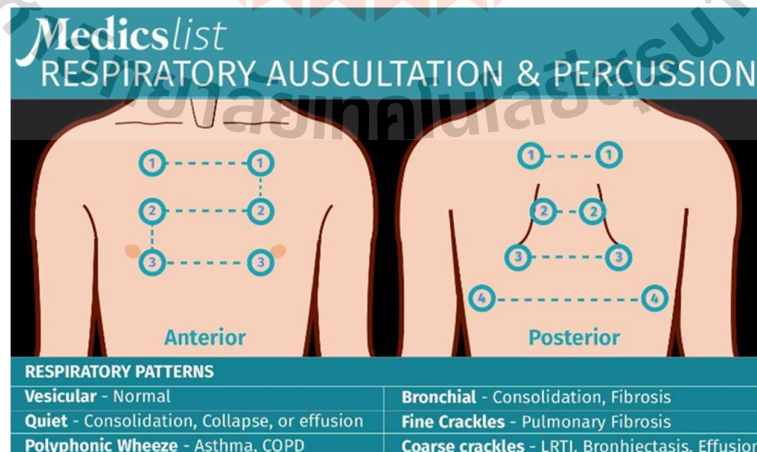
3.3.4 ฟังเสียงปอดตามระยะนอกห้อง ระยะ 5-10 เมตร และระยะ 10-15 เมตร โดยแพทย์ผู้วิจัยนั่งฟังอยู่ในห้อง ผู้ช่วยวิจัยใช้อุปกรณ์ Tele-stethoscope แตะตัวอาสาสมัคร ตามหลักการและตำแหน่งของการตรวจร่างกายทางการแพทย์ ทั้งหมด 14 จุด

3.3.5 ทดสอบและเปรียบเทียบสัญญาณเสียงดิจิทัลที่เก็บข้อมูลได้จากกลุ่มตัวอย่างสองกลุ่มเพื่อจำแนกสัญญาณเสียงระหว่างสัญญาณเสียงที่มีความปกติกับสัญญาณเสียงที่มีความผิดปกติด้วยปัญญาประดิษฐ์

3.3.6 สรุปผลการทดสอบและสรุปผลการดำเนินการ

### 3.4 กระบวนการเก็บข้อมูล

การเก็บข้อมูลจะกระทำโดยแพทย์ผู้เชี่ยวชาญ โดยการขอให้อาสาสมัครนั่งยึดตัวตรงหรือนอนตะแคง จากนั้นจะทำการบันทึกสัญญาณเสียงตามหลักการและตำแหน่งของการตรวจร่างกายทางการแพทย์ดังแสดงในรูปที่ 4 โดยจะทำการเก็บ 2 ครั้งต่ออาสาสมัคร 1 คน ซึ่งจะใช้เวลาในการเก็บข้อมูลครั้งละ 30-45 นาที โดยมีการหยุดพักเป็นช่วงๆ ละ 2-3 นาที โดยในช่วงระหว่างการทดลองจะมีผู้ช่วยวิจัยคอยสอบถามและสังเกตอาการของอาสาสมัครถึงความสะดวกสบายหรือความเหนื่อยล้าในช่วงการทำการทดลองด้วยการทดสอบเครื่องมือมี 3 ระยะ ระยะ1 ระยะปกติ, ระยะ2 ระยะ 5-10 เมตรนอกห้อง และระยะ3 ระยะ 10-15 เมตรนอกห้อง



รูปที่ 3.4 แสดงตำแหน่งการตรวจร่างกายด้วย Stethoscope

### 3.5 การวิเคราะห์ผลการวิจัย

อุปกรณ์แปลงสัญญาณเสียงที่ถูกพัฒนาขึ้นในโครงการวิจัยนี้จะถูกตรวจสอบความถูกต้องของเสียงดิจิทัลผ่านกระบวนการทางวิศวกรรม เช่น สร้างแหล่งกำเนิดเสียงที่มีเสียงดังระดับหนึ่งตามต้องการ แล้วใช้สเตอริโอไมโครโฟนต่อกับอุปกรณ์แล้วรับสัญญาณเสียงจากแหล่งกำเนิดนั้นเพื่อแปลงเป็นสัญญาณเสียงดิจิทัล จากนั้นวัดระดับไฟล์เสียงในอุปกรณ์ว่ามีระดับเสียงเท่าไร นอกจากนี้จะต้องให้แพทย์ผู้ร่วมวิจัยซึ่งเป็นแพทย์ผู้เชี่ยวชาญฟังและเปรียบเทียบกับการฟังเสียงจากสเตอริโอไมโครโฟนปกติ ในขณะที่กระบวนการวิเคราะห์สัญญาณเสียงจะใช้อัลกอริทึมปัญญาประดิษฐ์ในการคำนวณ เพื่อหาความแตกต่างระหว่างสัญญาณเสียงปกติกับสัญญาณเสียงผิดปกติ และตรวจสอบความถูกต้อง ความแม่นยำของการทำงานและการแปลผลที่ต้องการของอัลกอริทึมของปัญญาประดิษฐ์ที่ได้พัฒนาขึ้นโดยแพทย์ผู้ร่วมวิจัยซึ่งเป็นแพทย์ผู้เชี่ยวชาญ ผลลัพธ์ของการวิเคราะห์จะถูกคำนวณในเชิงสถิติแบบ Confusion Matrix ซึ่งจะแสดงในรูปแบบของเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำ (Accuracy) เปอร์เซ็นต์ความไว (Sensitivity) และเปอร์เซ็นต์ความจำเพาะ (Specificity) ของการจำแนกสัญญาณในโมเดลปัญญาประดิษฐ์ โดยการทำงานที่ถูกต้อง และความแม่นยำของอุปกรณ์ที่ได้พัฒนาขึ้นจะถูกทดสอบใน phase ต่อไปโดยแพทย์ผู้เชี่ยวชาญที่ไม่ได้อยู่ในทีมวิจัย



## บทที่ 4

### ผลการวิจัย

#### 4.1 ผลข้อมูลพื้นฐานของอาสาสมัคร

ตารางที่ 4.1.1 แสดงข้อมูลพื้นฐานอาสาสมัคร

	ข้อมูลทั่วไป	จำนวน (ร้อยละ)
อายุ	ค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (ค่าต่ำสุด - ค่าสูงสุด)	40.86 $\pm$ 16.69 (21.00 - 93.00)
เพศ	หญิง	78 (55.7)
	ชาย	62 (44.3)
น้ำหนัก (กิโลกรัม)	ค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (ค่าต่ำสุด - ค่าสูงสุด)	67.03 $\pm$ 15.14 (32.00 - 105.00)
ส่วนสูง (เมตร)	ค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (ค่าต่ำสุด - ค่าสูงสุด)	1.64 $\pm$ 0.09 (1.45 - 1.85)
ดัชนีมวลกาย (BMI)	ค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (ค่าต่ำสุด - ค่าสูงสุด)	24.86 $\pm$ 4.61 (15.01 - 36.33)
กลุ่ม	กลุ่มปกติ	120 (85.7)
	กลุ่มไม่ปกติ	20 (14.3)
โรคประจำตัว	ไม่มีโรคประจำตัว	97 (61.8)
	โรคหอบหืด (Asthma)	3 (1.9)
	โรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง (Chronic Obstructive Pulmonary Disease :COPD)	1 (0.6)
	โรคหลอดเลือดหัวใจ (Coronary artery disease :CAD)	4 (2.5)
	ภาวะหัวใจล้มเหลว (Congestive Heart Failure :CHF)	8 (5.1)
	โรคไตเรื้อรัง (Chronic kidney disease :CKD)	3 (1.9)
	โรคอื่นๆ	41 (26.1)

จากตารางที่ 4.1.1 พบว่าอาสาสมัครเข้ารับการทดสอบทั้งหมด 140 คน มีอายุเฉลี่ย 40.86  $\pm$  16.69 ปี อายุน้อยสุด 21 ปี อายุมากที่สุด 93 ปี แยกเป็นเพศหญิง 78 คนคิดเป็นร้อยละ 55.7 และเพศชาย 62 คนคิดเป็นร้อยละ 44.3 น้ำหนักเฉลี่ย 67.03  $\pm$  15.14 กิโลกรัม น้ำหนักต่ำสุด 32 กิโลกรัม สูงสุด 105 กิโลกรัม ส่วนสูงเฉลี่ย 1.64  $\pm$  0.09 เมตร ความสูงต่ำสุด 1.45 เมตร สูงสุด 1.85 เมตร ค่าดัชนีมวลกายเฉลี่ย 24.86  $\pm$  4.61 ค่าดัชนีมวลกายต่ำสุด 15.01 สูงสุด 36.33 กลุ่มคนปกติ มี 120 คน คิดเป็นร้อยละ 85.7 และกลุ่มคนไม่ปกติ มี 20 คนคิดเป็นร้อยละ 14.3 อาสาสมัครไม่มีโรคประจำตัว 97 คนคิดเป็นร้อยละ 61.8, โรคหอบหืด (Asthma) 3 คนคิดเป็นร้อยละ 1.9, โรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง (Chronic Obstructive Pulmonary Disease :COPD) 1 คน คิดเป็นร้อยละ 0.6, โรคหลอดเลือดหัวใจ (Coronary artery disease :CAD) 4 คน คิดเป็นร้อยละ 2.5, ภาวะหัวใจล้มเหลว (Congestive Heart Failure :CHF) 8 คน คิดเป็นร้อยละ 5.1, โรคไตเรื้อรัง (Chronic kidney disease :CKD) 3 คน คิดเป็นร้อยละ 1.9 และโรคอื่นๆ (โรคภูมิแพ้, โรคเก๊า, โรคเบาหวาน, โรคความดันโลหิตสูง, โรคไขมันในเลือดสูง, โรคธาลัสซีเมีย, โรคไทรอยด์ และมะเร็งปอด) 41 คน คิดเป็นร้อยละ 26.1

ตารางที่ 4.1.2 แสดงข้อมูลความผิดปกติของปอดในอาสาสมัคร

	ความผิดปกติ	จำนวน (ร้อยละ)
ปัญหาการทำงานของปอด	ปอดทำงานปกติ	123 (87.9)
	โรคหอบหืด (Asthma)	0
	โรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง (Chronic Obstructive Pulmonary Disease :COPD)	0
	ปอดอักเสบ, ปอดบวม (Pneumonia)	9 (6.4)
	ภาวะหัวใจล้มเหลว (Congestive Heart Failure :CHF)	7 (5.0)
	อื่นๆ	1 (0.7)
เสียงที่ผิดปกติ	เสียงปอดปกติ	125 (85.6)
	เกิดเสียง Crepitation	9 (6.2)
	เกิดเสียง Rale/rhonchi	5 (3.4)
	เกิดเสียง Wheezing	6 (4.1)
	อื่นๆ	1(0.7)
	การX-ray	ปกติ
ผิดปกติที่ปอดข้างขวา		1 (0.7)
ผิดปกติที่ปอดข้างซ้าย		9 (6.4)
ผิดปกติที่ปอดทั้งสองข้าง		0

จากตารางที่ 4.1.2 พบว่าอาสาสมัครมีความผิดปกติในการทำงานของปอดคือ ปอดอักเสบ, ปอดบวม (Pneumonia) 9 คนคิดเป็นร้อยละ 6.4 ภาวะหัวใจล้มเหลว 7 คนคิดเป็นร้อยละ 5.0 และอื่นๆ 1 คนคิดเป็นร้อยละ 0.7 อาสาสมัครที่มีการทำงานของปอดปกติ 123 คนคิดเป็นร้อยละ 87.9 อาสาสมัครที่มีเสียงปอดผิดปกติเกิดเสียง Crepitation 9 คนคิดเป็นร้อยละ 6.2 เกิดเสียง Rale/rhonchi 5 คนคิดเป็นร้อยละ 3.4 เกิดเสียง Wheezing 6 คนคิดเป็นร้อยละ 4.1 และอื่นๆ 1 คนคิดเป็นร้อยละ 0.7 จากการเอกซเรย์อาสาสมัครที่ปอดปกติ 128 คนคิดเป็นร้อยละ 91.4 ปอดข้างขวาผิดปกติ 1 คนคิดเป็นร้อยละ 0.7 ปอดข้างซ้ายผิดปกติ 9 คนคิดเป็นร้อยละ 6.4



ตารางที่ 4.1.3 แสดงการเปรียบเทียบข้อมูลทั่วไประหว่าง

ข้อมูล	กลุ่ม (n)	Mean $\pm$ SD	Sig
อายุ	ปกติ (120)	37.10 $\pm$ 12.17	0.000*
	ผิดปกติ (20)	65.89 $\pm$ 21.11	
น้ำหนัก (กิโลกรัม)	ปกติ (120)	68.03 $\pm$ 15.10	0.054
	ผิดปกติ (20)	60.99 $\pm$ 14.29	
ส่วนสูง (เมตร)	ปกติ (120)	1.64 $\pm$ 0.08	0.012*
	ผิดปกติ (20)	1.59 $\pm$ 0.10	
ดัชนีมวลกาย (BMI)	ปกติ (120)	25.08 $\pm$ 4.64	0.157
	ผิดปกติ (20)	23.43 $\pm$ 4.21	

\* $p=0.05$

จากตารางที่ 4.1.3 พบว่าอายุในกลุ่มอาสาสมัครที่ปกติมีค่าเฉลี่ย 37.10 ปี ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 12.17 และกลุ่มอาสาสมัครที่ผิดปกติมีค่าเฉลี่ย 65.89 ปี ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 21.11 จากการเปรียบเทียบอายุระหว่างกลุ่มอาสาสมัครที่ปกติและกลุ่มอาสาสมัครที่ผิดปกติมีค่าแปรปรวนเท่ากับ 0.000\* ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แสดงว่าอายุของอาสาสมัครที่ปกติมีความแตกต่างกับกลุ่มอาสาสมัครที่ผิดปกติ น้ำหนักในกลุ่มอาสาสมัครที่ปกติมีค่าเฉลี่ย 68.03 กิโลกรัม ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 15.10 และกลุ่มอาสาสมัครที่ผิดปกติมีค่าเฉลี่ย 60.99 กิโลกรัม ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 14.29 จากการเปรียบเทียบน้ำหนักระหว่างกลุ่มอาสาสมัครที่ปกติและกลุ่มอาสาสมัครที่ผิดปกติมีค่าแปรปรวนเท่ากับ 0.054 ซึ่งไม่มีความแตกต่างกัน แสดงว่าน้ำหนักของอาสาสมัครที่ปกติมีความไม่แตกต่างกับกลุ่มอาสาสมัครที่ผิดปกติ ส่วนสูงในกลุ่มอาสาสมัครที่ปกติมีค่าเฉลี่ย 1.64 กิโลกรัม ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.08 และกลุ่มอาสาสมัครที่ผิดปกติมีค่าเฉลี่ย 1.59 กิโลกรัม ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.10 จากการเปรียบเทียบส่วนสูงระหว่างกลุ่มอาสาสมัครที่ปกติและกลุ่มอาสาสมัครที่ผิดปกติมีค่าแปรปรวนเท่ากับ 0.012\* ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แสดงว่าส่วนสูงของอาสาสมัครที่ปกติมีความแตกต่างกับกลุ่มอาสาสมัครที่ผิดปกติ ดัชนีมวลกายในกลุ่มอาสาสมัครที่ปกติมีค่าเฉลี่ย 25.08 กิโลกรัม ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 4.64 และกลุ่มอาสาสมัครที่ผิดปกติมีค่าเฉลี่ย 23.43 กิโลกรัม ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 4.21 จากการเปรียบเทียบดัชนีมวลกายระหว่างกลุ่มอาสาสมัครที่ปกติและกลุ่มอาสาสมัครที่ผิดปกติมีค่าแปรปรวนเท่ากับ 0.157 ซึ่งไม่มีความแตกต่างกัน แสดงว่าดัชนีมวลกายของอาสาสมัครที่ปกติมีความไม่แตกต่างกับกลุ่มอาสาสมัครที่ผิดปกติ

## 4.2 ผลของระดับการได้ยินเสียงปอดจากหูฟังแพทย์ทางไกล (Tele-stethoscope) เมื่อเปรียบเทียบกับหูฟังปกติ

ตารางที่ 4.2.1 แสดงข้อมูลการฟังเสียงปอดจากหูฟังแพทย์ทางไกล (Tele-stethoscope) เมื่อเปรียบเทียบกับหูฟังปกติ ระยะปกติ ในกลุ่มคนปกติ

ระยะการวัด	ตำแหน่งการตรวจปอด	ระดับการได้ยินเมื่อเทียบกับหูฟังปกติ					
		Very poor	Poor	equal	Better	Best	
		แย่กว่าหูฟังปกติมากๆ	แย่กว่าหูฟังปกติ	เท่ากับหูฟังปกติ	ดีกว่าหูฟังปกติ	ดีกว่าหูฟังปกติมากๆ	
CRF-2 (ระยะ 1) ระยะปกติ	ข้างหน้า	1 บนขวา	0	0	1 (0.8)	2 (1.7)	117 (97.5)
		2 กลางขวา	0	0	1 (0.8)	2 (1.7)	117 (97.5)
		3 ล่างขวา	0	0	1 (0.8)	2 (1.7)	117 (97.5)
		4 บนซ้าย	0	0	1 (0.8)	2 (1.7)	117 (97.5)
		5 กลางซ้าย	0	0	1 (0.8)	2 (1.7)	117 (97.5)
		6 ล่างซ้าย	0	0	1 (0.8)	2 (1.7)	117 (97.5)
	ข้างหลัง	7 บนขวา	0	0	1 (0.8)	3 (2.5)	116 (96.7)
		8 กลางขวา	0	0	1 (0.8)	3 (2.5)	116 (96.7)
		9 ล่างขวา	0	0	1 (0.8)	3 (2.5)	116 (96.7)
		10 ด้านข้างขวา	0	0	1 (0.8)	3 (2.5)	116 (96.7)
		11 บนซ้าย	0	0	1 (0.8)	3 (2.5)	116 (96.7)
		12 กลางซ้าย	0	0	1 (0.8)	3 (2.5)	116 (96.7)
		13 ล่างซ้าย	0	0	1 (0.8)	3 (2.5)	116 (96.7)
		14 ด้านข้างซ้าย	0	0	1 (0.8)	3 (2.5)	116 (96.7)

จากตารางที่ 4.2.1 พบว่าการฟังเสียงปอดจากหูฟังแพทย์ทางไกล (Tele-stethoscope) เมื่อเปรียบเทียบกับหูฟังปกติ ระยะปกติ ในกลุ่มคนปกติข้างหน้าปอดตำแหน่งที่1-6 ระดับเสียงเท่ากับหูฟังปกติมี 1 คนคิดเป็นร้อยละ 0.8 ระดับเสียงดีกว่าหูฟังปกติมี 2 คนคิดเป็นร้อยละ 1.7 และระดับเสียงดีกว่าหูฟังปกติมากๆมี 117 คนคิดเป็นร้อยละ 97.5 ข้างหลังปอดตำแหน่งที่7-14 ระดับเสียงเท่ากับหูฟังปกติมี 1 คนคิดเป็นร้อยละ 0.8 ระดับเสียงดีกว่าหูฟังปกติมี 3 คนคิดเป็นร้อยละ 2.5 และระดับเสียงดีกว่าหูฟังปกติมากๆมี 116 คนคิดเป็นร้อยละ 96.7



ตารางที่ 4.2.2 แสดงข้อมูลการฟังเสียงปอดจากหูฟังแพทย์ทางไกล (Tele-stethoscope) เมื่อเปรียบเทียบกับหูฟังปกติ ระยะ 5-10 เมตร นอกห้อง ในกลุ่มคนปกติ

ระยะการวัด	ตำแหน่งการตรวจปอด		ระดับการได้ยินเมื่อเทียบกับหูฟังปกติ				
			Very poor	Poor	equal	Better	Best
			แย่กว่าหูฟังปกติมากๆ	แย่กว่าหูฟังปกติ	เท่ากับหูฟังปกติ	ดีกว่าหูฟังปกติ	ดีกว่าหูฟังปกติมากๆ
CRF-2 (ระยะ 2) ระยะ 5-10 เมตร นอกห้อง	ข้างหน้า	1 บนขวา	0	0	10(8.3)	1(0.8)	109(90.8)
		2 กลางขวา	0	0	10(8.3)	1(0.8)	109(90.8)
		3 ล่างขวา	0	0	10(8.3)	1(0.8)	109(90.8)
		4 บนซ้าย	0	0	10(8.3)	1(0.8)	109(90.8)
		5 กลางซ้าย	0	0	10(8.3)	2(1.7)	108(90.0)
		6 ล่างซ้าย	0	0	10(8.3)	2(1.7)	108(90.0)
	ข้างหลัง	7 บนขวา	0	0	10(8.3)	2(1.7)	108(90.0)
		8 กลางขวา	0	0	10(8.3)	3(2.5)	107(89.2)
		9 ล่างขวา	0	0	10(8.3)	2(1.7)	108(90.0)
		10 ด้านข้างขวา	0	0	10(8.3)	2(1.7)	108(90.0)
		11 บนซ้าย	0	0	10(8.3)	3(2.5)	107(89.2)
		12 กลางซ้าย	0	0	10(8.3)	3(2.5)	107(89.2)
		13 ล่างซ้าย	0	0	10(8.3)	3(2.5)	107(89.2)
		14 ด้านข้างซ้าย	0	0	10(8.3)	2(1.7)	108(90.0)

จากตารางที่ 4.2.2 พบว่าการฟังเสียงปอดจากหูฟังแพทย์ทางไกล (Tele-stethoscope) เมื่อเปรียบเทียบกับหูฟังปกติ ระยะ 2 (5-10 เมตร) นอกห้องในกลุ่มคนปกติข้างหน้าปอดตำแหน่งที่ 1-4 ระดับเสียงเท่ากับหูฟังปกติมี 10 คน คิดเป็นร้อยละ 8.3 ระดับเสียงดีกว่าหูฟังปกติมี 1 คน คิดเป็นร้อยละ 0.8 และระดับเสียงดีกว่าหูฟังปกติมากๆมี 109 คน คิดเป็นร้อยละ 90.8 ข้างหน้าปอดตำแหน่งที่ 5,6 ระดับเสียงเท่ากับหูฟังปกติมี 10 คน คิดเป็นร้อยละ 8.3 ระดับเสียงดีกว่าหูฟังปกติมี 2 คน คิดเป็นร้อยละ 1.7 และระดับเสียงดีกว่าหูฟังปกติมากๆมี 108 คน คิดเป็นร้อยละ 90.0 ข้างหลังปอดตำแหน่งที่ 7 ระดับเสียงเท่ากับหูฟังปกติมี 10 คน คิดเป็นร้อยละ 8.3 ระดับเสียงดีกว่าหูฟังปกติมี 2 คน คิดเป็นร้อยละ 1.7 และระดับเสียงดีกว่าหูฟังปกติมากๆมี 108 คน คิดเป็นร้อยละ 90.0 ข้างหลังปอดตำแหน่งที่ 8 ระดับเสียงเท่ากับหูฟังปกติมี 10 คน คิดเป็นร้อยละ 8.3 ระดับเสียงดีกว่าหูฟังปกติมี 3 คน คิดเป็นร้อยละ 2.5 และระดับเสียงดีกว่าหูฟังปกติมากๆมี 107 คน คิดเป็นร้อยละ 89.2 ข้างหลังปอดตำแหน่งที่ 9,10 ระดับเสียงเท่ากับหูฟังปกติมี 10 คน คิดเป็นร้อยละ 8.3 ระดับเสียงดีกว่าหูฟังปกติมี 2 คน คิดเป็นร้อยละ 1.7 และระดับเสียงดีกว่าหูฟังปกติมากๆมี 108 คน คิดเป็นร้อยละ 90.0 ข้างหลังปอดตำแหน่งที่ 11-13 ระดับเสียงเท่ากับหูฟังปกติมี 10 คน คิดเป็นร้อยละ 8.3 ระดับเสียงดีกว่าหูฟังปกติมี 3 คน คิดเป็นร้อยละ 2.5 และระดับเสียงดีกว่าหูฟังปกติมากๆมี 107 คน คิดเป็นร้อยละ 89.2 ข้างหลังปอดตำแหน่งที่ 14 ระดับเสียงเท่ากับหูฟังปกติมี 10 คน คิดเป็นร้อยละ 8.3 ระดับเสียงดีกว่าหูฟังปกติมี 2 คน คิดเป็นร้อยละ 1.7 และระดับเสียงดีกว่าหูฟังปกติมากๆมี 108 คน คิดเป็นร้อยละ 90.0

ตารางที่ 4.2.3 แสดงข้อมูลการฟังเสียงปอดจากหูฟังแพทย์ทางไกล (Tele-stethoscope) เมื่อเปรียบเทียบกับหูฟังปกติ ระยะ 10-15 เมตรนอกห้อง ในกลุ่มคนปกติ

ระยะการวัด	ตำแหน่งการตรวจปอด	ระดับการได้ยินเมื่อเทียบกับหูฟังปกติ					
		Very poor	Poor	equal	Better	Best	
		แย่กว่าหูฟังปกติมากๆ	แย่กว่าหูฟังปกติ	เท่ากับหูฟังปกติ	ดีกว่าหูฟังปกติ	ดีกว่าหูฟังปกติมากๆ	
CRF-2 (ระยะ 3) ระยะ 10-15 เมตรนอกห้อง	ข้างหน้า	1 บนขวา	0	0	9(7.5)	2(1.7)	109(90.8)
		2 กลางขวา	0	0	9(7.5)	3(2.5)	108(90.0)
		3 ล่างขวา	0	0	9(7.5)	4(3.3)	107(89.2)
		4 บนซ้าย	0	0	9(7.5)	3(2.5)	108(90.0)
		5 กลางซ้าย	0	0	9(7.5)	4(3.3)	107(89.2)
		6 ล่างซ้าย	0	0	9(7.5)	4(3.3)	107(89.2)
	ข้างหลัง	7 บนขวา	0	0	9(7.5)	3(2.5)	108(90.0)
		8 กลางขวา	0	0	9(7.5)	3(2.5)	108(90.0)
		9 ล่างขวา	0	0	9(7.5)	2(1.7)	109(90.8)
		10 ด้านข้างขวา	0	0	9(7.5)	2(1.7)	109(90.8)
		11 บนซ้าย	0	0	9(7.5)	2(1.7)	109(90.8)
		12 กลางซ้าย	0	0	9(7.5)	2(1.7)	109(90.8)
		13 ล่างซ้าย	0	0	9(7.5)	2(1.7)	109(90.8)
		14 ด้านข้างซ้าย	0	0	9(7.5)	2(1.7)	109(90.8)

จากตารางที่ 4.2.3 พบว่าการฟังเสียงปอดจากหูฟังแพทย์ทางไกล (Tele-stethoscope) เมื่อเปรียบเทียบกับหูฟังปกติ ระยะ 3 (10-15 เมตร) ในกลุ่มคนปกติข้างหน้าปอดตำแหน่งที่ 1 ระดับเสียงเท่ากับหูฟังปกติมี 9 คน คิดเป็นร้อยละ 7.5 ระดับเสียงดีกว่าหูฟังปกติมี 2 คน คิดเป็นร้อยละ 1.7 และระดับเสียงดีกว่าหูฟังปกติมากๆ มี 109 คน คิดเป็นร้อยละ 90.8 ข้างหน้าปอดตำแหน่งที่ 2 ระดับเสียงเท่ากับหูฟังปกติมี 9 คน คิดเป็นร้อยละ 7.5 ระดับเสียงดีกว่าหูฟังปกติมี 3 คน คิดเป็นร้อยละ 2.5 และระดับเสียงดีกว่าหูฟังปกติมากๆ มี 108 คน คิดเป็นร้อยละ 90.0 ข้างหน้าปอดตำแหน่งที่ 3, 5 และ 6 ระดับเสียงเท่ากับหูฟังปกติมี 9 คน คิดเป็นร้อยละ 7.5 ระดับเสียงดีกว่าหูฟังปกติมี 4 คน คิดเป็นร้อยละ 3.3 และระดับเสียงดีกว่าหูฟังปกติมากๆ มี 107 คน คิดเป็นร้อยละ 89.2 ข้างหน้าปอดตำแหน่งที่ 4 ระดับเสียงเท่ากับหูฟังปกติมี 9 คน คิดเป็นร้อยละ 7.5 ระดับเสียงดีกว่าหูฟังปกติมี 3 คน คิดเป็นร้อยละ 2.5 และระดับเสียงดีกว่าหูฟังปกติมากๆ มี 108 คน คิดเป็นร้อยละ 90.0 ข้างหลังปอดตำแหน่งที่ 7 และ 8 ระดับเสียงเท่ากับหูฟังปกติมี 9 คน คิดเป็นร้อยละ 7.5 ระดับเสียงดีกว่าหูฟังปกติมี 3 คน คิดเป็นร้อยละ 2.5 และระดับเสียงดีกว่าหูฟังปกติมากๆ มี 108 คน คิดเป็นร้อยละ 90.0 ข้างหลังปอดตำแหน่งที่ 9-14 ระดับเสียงเท่ากับหูฟังปกติมี 9 คน คิดเป็นร้อยละ 7.5 ระดับเสียงดีกว่าหูฟังปกติมี 2 คน คิดเป็นร้อยละ 1.7 และระดับเสียงดีกว่าหูฟังปกติมากๆ มี 109 คน คิดเป็นร้อยละ 90.8

ตารางที่ 4.2.4 แสดงข้อมูลการฟังเสียงปอดจากหูฟังแพทย์ทางไกล (Tele-stethoscope) เมื่อเปรียบเทียบกับหูฟังปกติ ระยะปกติ ในกลุ่มคนผิดปกติ

ระยะการวัด	ตำแหน่งการตรวจปอด		ระดับการได้ยินเมื่อเทียบกับหูฟังปกติ				
			Very poor	Poor	equal	Better	Best
			แย่กว่าหูฟังปกติมากๆ	แย่กว่าหูฟังปกติ	เท่ากับหูฟังปกติ	ดีกว่าหูฟังปกติ	ดีกว่าหูฟังปกติมากๆ
CRF-2 (ระยะ 1) ระยะปกติ	ข้างหน้า	1 บนขวา	0	0	0	0	20(100)
		2 กลางขวา	0	0	0	0	20(100)
		3 ล่างขวา	0	0	0	0	20(100)
		4 บนซ้าย	0	0	0	0	20(100)
		5 กลางซ้าย	0	0	0	0	20(100)
		6 ล่างซ้าย	0	0	0	0	20(100)
	ข้างหลัง	7 บนขวา	0	0	0	1(5.0)	19(95.0)
		8 กลางขวา	0	0	0	1(5.0)	19(95.0)
		9 ล่างขวา	0	0	0	1(5.0)	19(95.0)
		10 ด้านข้างขวา	0	0	0	1(5.0)	19(95.0)
		11 บนซ้าย	0	0	0	1(5.0)	19(95.0)
		12 กลางซ้าย	0	0	0	1(5.0)	19(95.0)
		13 ล่างซ้าย	0	0	0	1(5.0)	19(95.0)
		14 ด้านข้างซ้าย	0	0	0	1(0.5)	19(95.0)

จากตารางที่ 4.2.4 ข้อมูลการฟังเสียงปอดจากหูฟังแพทย์ทางไกล (Tele-stethoscope) เมื่อเปรียบเทียบกับหูฟังปกติ ระยะปกติ ในกลุ่มคนผิดปกติข้างหน้าปอดตำแหน่งที่1-6 ระดับเสียงดีกว่าหูฟังปกติ มากๆมี 20 คนคิดเป็นร้อยละ 97.5 ข้างหลังปอดตำแหน่งที่ 7-14 ระดับเสียงดีกว่าหูฟังปกติมี 1 คนคิดเป็นร้อยละ 5.0 และระดับเสียงดีกว่าหูฟังปกติมากๆมี 19 คนคิดเป็นร้อยละ 95.0

ตารางที่ 4.2.5 แสดงข้อมูลค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับการได้ยินจากหูฟังแพทย์ทางไกล (Tele-stethoscope) เมื่อเทียบกับหูฟังปกติด้านหน้าของปอด ตำแหน่งที่1-6

ตำแหน่งการตรวจปอด	ระยะการวัด	ระดับการได้ยินเมื่อเทียบกับหูฟังปกติ
		ค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
1 บนขวา	ระยะปกติ	1.97 $\pm$ 0.22
	5-10เมตร	1.83 $\pm$ 0.56
	10-15เมตร	1.83 $\pm$ 0.54
2 กลางขวา	ระยะปกติ	1.97 $\pm$ 0.22
	5-10เมตร	1.83 $\pm$ 0.56
	10-15เมตร	1.83 $\pm$ 0.55
3 ล่างขวา	ระยะปกติ	1.97 $\pm$ 0.22
	5-10เมตร	1.83 $\pm$ 0.56
	10-15เมตร	1.82 $\pm$ 0.55
4 บนซ้าย	ระยะปกติ	1.97 $\pm$ 0.22
	5-10เมตร	1.83 $\pm$ 0.56
	10-15เมตร	1.83 $\pm$ 0.55
5 กลางซ้าย	ระยะปกติ	1.97 $\pm$ 0.22
	5-10เมตร	1.82 $\pm$ 0.57
	10-15เมตร	1.82 $\pm$ 0.55
6 ล่างซ้าย	ระยะปกติ	1.97 $\pm$ 0.22
	5-10เมตร	1.82 $\pm$ 0.57
	10-15เมตร	1.82 $\pm$ 0.55

จากตารางที่ 4.2.5 พบว่าข้อมูลค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับการได้ยินจากหูฟังแพทย์ทางไกล (Tele-stethoscope) เมื่อเทียบกับหูฟังปกติด้านหน้าของปอดบนขวา (ตำแหน่งที่1) ระยะปกติ 1.97  $\pm$  0.22, ระยะ 5-10 เมตร 1.83  $\pm$  0.56 และระยะ 10-15 เมตร 1.83  $\pm$  0.54 ตำแหน่งกลางขวา (ตำแหน่งที่2) ระยะปกติ 1.97  $\pm$  0.22, ระยะ 5-10 เมตร 1.83  $\pm$  0.56 และระยะ 10-15 เมตร 1.83  $\pm$  0.55 ตำแหน่งล่างขวา (ตำแหน่งที่3) ระยะปกติ 1.97  $\pm$  0.22, ระยะ 5-10 เมตร 1.83  $\pm$  0.56 และระยะ 10-15 เมตร 1.83  $\pm$  0.55 ตำแหน่งบนซ้าย (ตำแหน่งที่4) ระยะปกติ 1.97  $\pm$  0.22, ระยะ 5-10 เมตร 1.83  $\pm$  0.56 และระยะ 10-15 เมตร 1.83  $\pm$  0.55 ตำแหน่งกลางซ้าย (ตำแหน่งที่5) ระยะปกติ 1.97  $\pm$  0.22, ระยะ 5-10 เมตร 1.82  $\pm$  0.57 และระยะ 10-15 เมตร 1.82  $\pm$  0.55 ตำแหน่งล่างซ้าย (ตำแหน่งที่6) ระยะปกติ 1.97  $\pm$  0.22, ระยะ 5-10 เมตร 1.82  $\pm$  0.57 และระยะ 10-15 เมตร 1.82  $\pm$  0.55

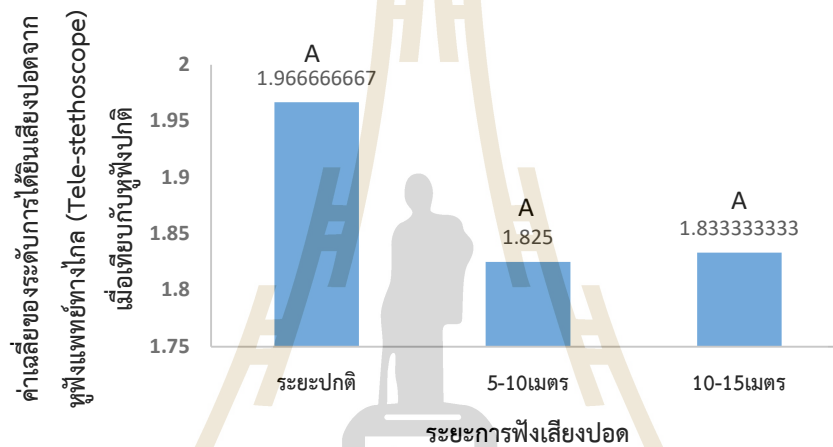
ตารางที่ 4.2.6 แสดงข้อมูลค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับการได้ยินจากหูฟังแพทย์ทางไกล (Tele-stethoscope) เมื่อเทียบกับหูฟังปกติด้านหลังของปอด ตำแหน่งที่7-14

ตำแหน่งการตรวจปอด	ระยะการวัด	ระดับการได้ยินเมื่อเทียบกับหูฟังปกติ
		ค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
7 บนขวา	ระยะปกติ	1.96 $\pm$ 0.24
	5-10เมตร	1.82 $\pm$ 0.56
	10-15เมตร	1.83 $\pm$ 0.54
8 กลางขวา	ระยะปกติ	1.96 $\pm$ 0.24
	5-10เมตร	1.81 $\pm$ 0.57
	10-15เมตร	1.83 $\pm$ 0.54
9 ล่างขวา	ระยะปกติ	1.96 $\pm$ 0.24
	5-10เมตร	1.82 $\pm$ 0.56
	10-15เมตร	1.83 $\pm$ 0.54
10 ด้านข้างขวา	ระยะปกติ	1.96 $\pm$ 0.24
	5-10เมตร	1.82 $\pm$ 0.56
	10-15เมตร	1.83 $\pm$ 0.54
11 บนซ้าย	ระยะปกติ	1.96 $\pm$ 0.24
	5-10เมตร	1.81 $\pm$ 0.57
	10-15เมตร	1.83 $\pm$ 0.54
12 กลางซ้าย	ระยะปกติ	1.96 $\pm$ 0.24
	5-10เมตร	1.81 $\pm$ 0.57
	10-15เมตร	1.83 $\pm$ 0.54
13 ล่างซ้าย	ระยะปกติ	1.96 $\pm$ 0.24
	5-10เมตร	1.82 $\pm$ 0.56
	10-15เมตร	1.83 $\pm$ 0.54
14 ด้านข้างซ้าย	ระยะปกติ	1.96 $\pm$ 0.24
	5-10เมตร	1.82 $\pm$ 0.56
	10-15เมตร	1.83 $\pm$ 0.54

จากตารางที่ 4.2.6 ข้อมูลค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับการได้ยินจากหูฟังแพทย์ทางไกล (Tele-stethoscope) เมื่อเทียบกับหูฟังปกติด้านหลังของปอด ตำแหน่งบนขวา (ตำแหน่งที่7) ระยะปกติ 1.96  $\pm$  0.24, ระยะ 5-10 เมตร 1.82  $\pm$  0.56 และระยะ 10-15 เมตร 1.83  $\pm$  0.54 ตำแหน่งกลางขวา (ตำแหน่งที่8) ระยะปกติ 1.96  $\pm$  0.24, ระยะ 5-10 เมตร 1.81  $\pm$  0.57 และระยะ 10-15 เมตร 1.83  $\pm$  0.54 ตำแหน่งล่างขวา (ตำแหน่งที่9) ระยะปกติ 1.96  $\pm$  0.24, ระยะ 5-10 เมตร 1.82  $\pm$  0.56 และระยะ 10-15 เมตร 1.83  $\pm$  0.54 ตำแหน่งด้านข้างขวา (ตำแหน่งที่10) ระยะปกติ 1.96  $\pm$  0.24, ระยะ 5-10 เมตร 1.82  $\pm$  0.56 และระยะ 10-15 เมตร 1.83  $\pm$  0.54 ตำแหน่งบนซ้าย (ตำแหน่งที่11) ระยะปกติ 1.96  $\pm$  0.24, ระยะ 5-

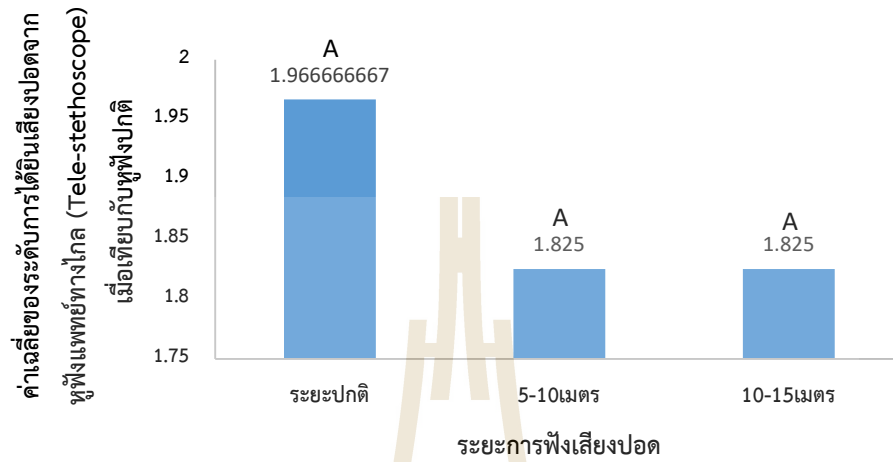
10 เมตร  $1.81 \pm 0.57$  และระยะ 10-15 เมตร  $1.83 \pm 0.54$  ตำแหน่งกลางซ้าย (ตำแหน่งที่12) ระยะปกติ  $1.96 \pm 0.24$ , ระยะ 5-10 เมตร  $1.81 \pm 0.57$  และระยะ 10-15 เมตร  $1.83 \pm 0.54$  ตำแหน่งล่างซ้าย (ตำแหน่งที่13) ระยะปกติ  $1.96 \pm 0.24$ , ระยะ 5-10 เมตร  $1.82 \pm 0.56$  และระยะ 10-15 เมตร  $1.83 \pm 0.54$  ตำแหน่งด้านข้างซ้าย(ตำแหน่งที่14) ระยะปกติ  $1.96 \pm 0.24$ , ระยะ 5-10 เมตร  $1.82 \pm 0.56$  และระยะ 10-15 เมตร  $1.83 \pm 0.54$

**กราฟที่ 4.2.1** แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระดับการได้ยินเสียงปอดจากหูฟังแพทย์ทางไกล (Tele-stethoscope) เมื่อเทียบกับหูฟังปกติ ที่ระยะปกติ, ระยะ 5-10 เมตรนอกห้อง และระยะ10-15 เมตรนอกห้อง ตำแหน่งการตรวจปอดข้างหน้าบนขวา (ตำแหน่งที่ 1)



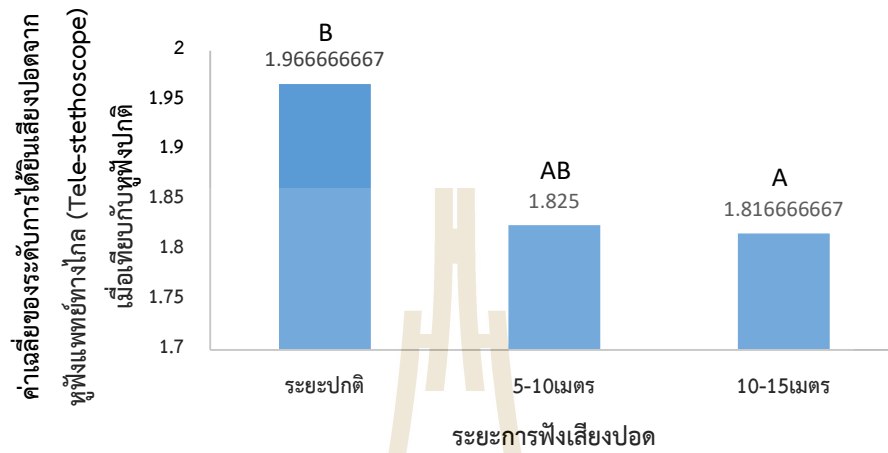
จากกราฟที่ 4.2.1 พบว่าค่าเฉลี่ยระดับการได้ยินเสียงปอดจากหูฟังแพทย์ทางไกล (Tele-stethoscope) เมื่อเทียบกับหูฟังปกติ ที่ระยะปกติ  $1.97 \pm 0.22$ , ระยะ 5-10 เมตรนอกห้อง  $1.83 \pm 0.56$  และระยะ 10-15 เมตรนอกห้อง  $1.83 \pm 0.54$  ตำแหน่งการตรวจปอดข้างหน้าบนขวา (ตำแหน่งที่ 1) ไม่แตกต่างกัน

กราฟที่ 4.2.2 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระดับการได้ยินเสียงปอดจากหูฟังแพทย์ทางไกล (Tele-stethoscope) เมื่อเทียบกับหูฟังปกติ ที่ระยะปกติ, ระยะ 5-10 เมตรนอกห้อง และระยะ 10-15 เมตรนอกห้อง ตำแหน่งการตรวจปอดข้างหน้ากลางขวา (ตำแหน่งที่ 2)



จากกราฟที่ 4.2.1 พบว่าค่าเฉลี่ยระดับการได้ยินเสียงปอดจากหูฟังแพทย์ทางไกล (Tele-stethoscope) เมื่อเทียบกับหูฟังปกติ ที่ระยะปกติ  $1.97 \pm 0.22$ , ระยะ 5-10 เมตรนอกห้อง  $1.83 \pm 0.56$  และระยะ 10-15 เมตรนอกห้อง  $1.83 \pm 0.55$  ตำแหน่งการตรวจปอดข้างหน้ากลางขวา (ตำแหน่งที่ 2) ไม่แตกต่างกัน

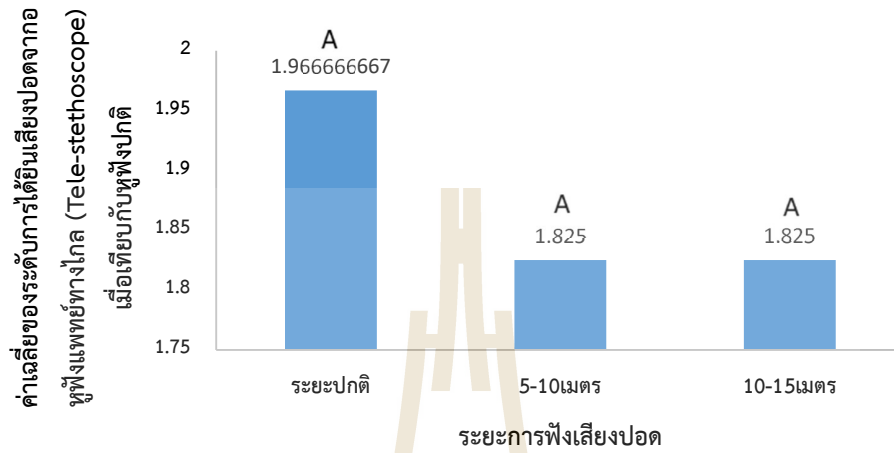
กราฟที่ 4.2.3 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระดับการได้ยินเสียงปอดจากหูฟังแพทย์ทางไกล (Tele-stethoscope) เมื่อเทียบกับหูฟังปกติ ที่ระยะปกติ, ระยะ 5-10 เมตรนอกห้อง และระยะ 10-15 เมตรนอกห้อง ตำแหน่งการตรวจปอดข้างหน้าล่างขวา (ตำแหน่งที่3)



จากกราฟที่ 4.2.3 พบว่าค่าเฉลี่ยระดับการได้ยินเสียงปอดจากหูฟังแพทย์ทางไกล (Tele-stethoscope) เมื่อเทียบกับหูฟังปกติ ที่ระยะปกติ  $1.97 \pm 0.22$  และระยะ 10-15 เมตรนอกห้อง  $1.83 \pm 0.55$  มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 แต่ไม่แตกต่างกับ ระยะ 5-10 เมตรนอกห้อง  $1.83 \pm 0.56$  เมื่อเปรียบเทียบระยะ 5-10 เมตรนอกห้อง  $1.83 \pm 0.56$  กับระยะ 10-15 เมตรนอกห้อง  $1.83 \pm 0.55$  ไม่แตกต่างกัน

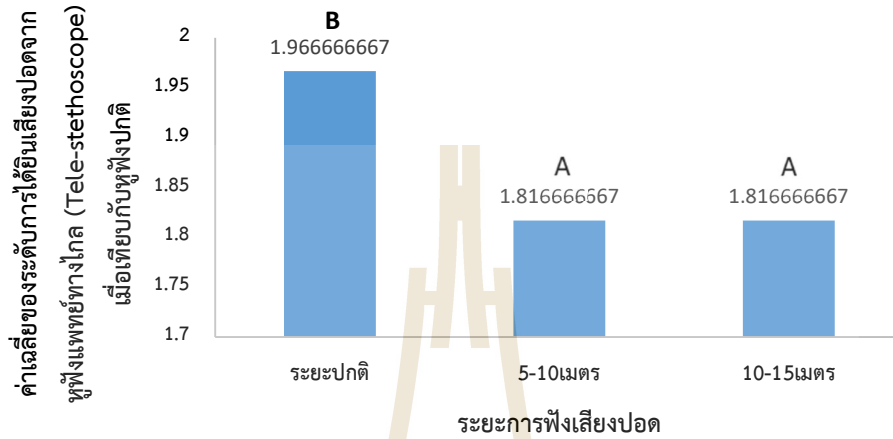


กราฟที่ 4.2.4 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระดับการได้ยินเสียงปอดจากหูฟังแพทย์ทางไกล (Tele-stethoscope) เมื่อเทียบกับหูฟังปกติ ที่ระยะปกติ, ระยะ 5-10 เมตรนอกห้อง และระยะ 10-15 เมตรนอกห้อง ตำแหน่งการตรวจปอดหน้าบนซ้าย (ตำแหน่งที่4)



จากกราฟที่ 4.2.4 พบว่าค่าเฉลี่ยระดับการได้ยินเสียงปอดจากหูฟังแพทย์ทางไกล (Tele-stethoscope) เมื่อเทียบกับหูฟังปกติ ที่ระยะปกติ  $1.97 \pm 0.22$ , ระยะ 5-10 เมตรนอกห้อง  $1.83 \pm 0.56$  และระยะ 10-15 เมตรนอกห้อง  $1.83 \pm 0.55$  ตำแหน่งการตรวจปอดข้างหน้าบนซ้าย (ตำแหน่งที่ 4) ไม่แตกต่างกัน

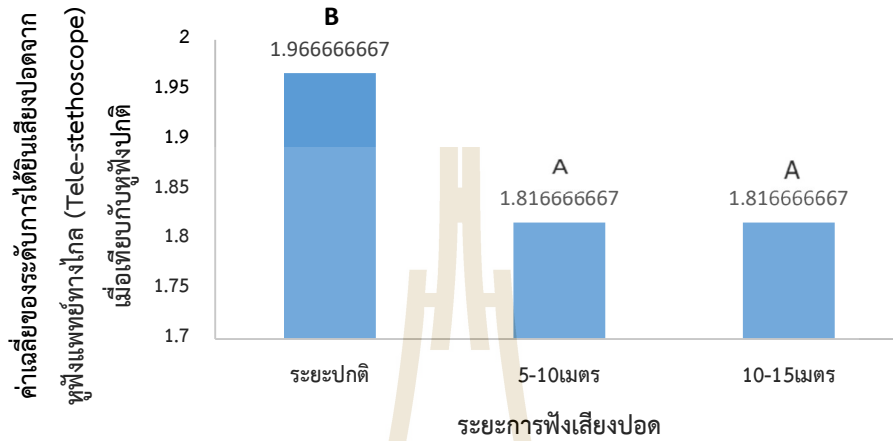
กราฟที่ 4.2.5 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระดับการได้ยินเสียงปอดจากฟังแพทย์ทางไกล (Tele-stethoscope) เมื่อเทียบกับหูฟังปกติ ที่ระยะปกติ, ระยะ 5-10 เมตรนอกห้อง และระยะ 10-15 เมตรนอกห้อง ที่ตำแหน่งการตรวจปอดข้างหน้ากลางซ้าย (ตำแหน่งที่5)



จากกราฟที่ 4.2.5 พบว่าค่าเฉลี่ยระดับการได้ยินเสียงปอดจากหูฟังแพทย์ทางไกล (Tele-stethoscope) เมื่อเทียบกับหูฟังปกติ ที่ระยะปกติ  $1.97 \pm 0.22$  กับระยะ 5-10 เมตร  $1.82 \pm 0.57$  มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 และที่ระยะปกติ  $1.97 \pm 0.22$  กับระยะ 10-15 เมตร  $1.82 \pm 0.55$  มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 ระยะ 5-10 เมตร  $1.82 \pm 0.57$  กับระยะ 10-15 เมตร  $1.82 \pm 0.55$  ไม่มีความแตกต่างกัน

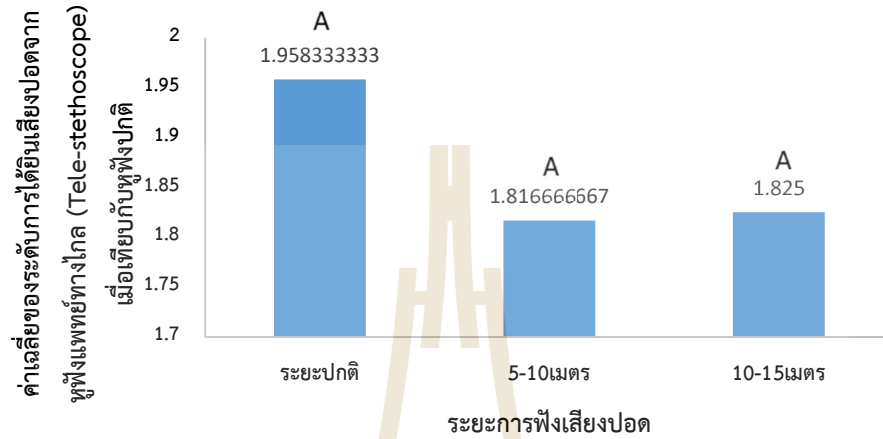


กราฟที่ 4.2.6 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระดับการได้ยินเสียงปอดจากหูฟังแพทย์ทางไกล (Tele-stethoscope) เมื่อเทียบกับหูฟังปกติ ที่ระยะปกติ, ระยะ 5-10 เมตรนอกห้อง และระยะ 10-15 เมตรนอกห้อง ตำแหน่งการตรวจปอดข้างหน้าล่างซ้าย (ตำแหน่งที่6)



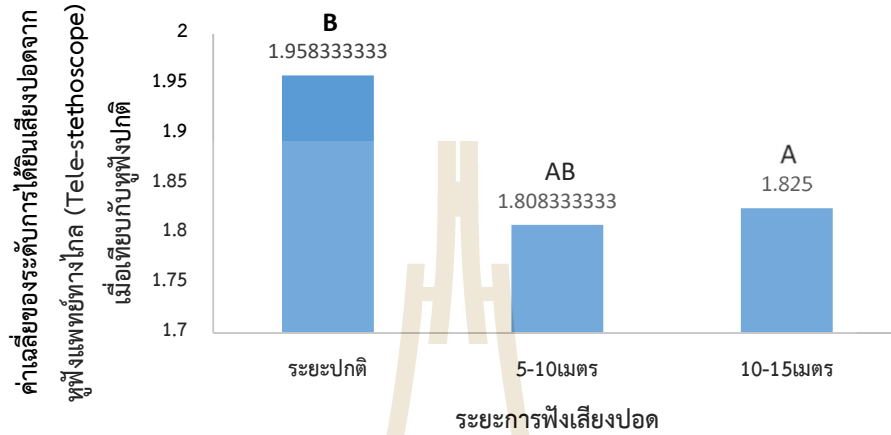
จากกราฟที่ 4.2.6 พบว่าค่าเฉลี่ยระดับการได้ยินเสียงปอดจากหูฟังแพทย์ทางไกล (Tele-stethoscope) เมื่อเทียบกับหูฟังปกติ ที่ระยะปกติ  $1.97 \pm 0.22$  กับระยะ 5-10 เมตร  $1.82 \pm 0.57$  มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 และระยะปกติ  $1.97 \pm 0.22$  กับระยะ 10-15 เมตร  $1.82 \pm 0.55$  มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 ระยะ 5-10 เมตร  $1.82 \pm 0.57$  กับระยะ 10-15 เมตร  $1.82 \pm 0.55$  ไม่มีความแตกต่างกัน

กราฟที่ 4.2.7 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระดับการได้ยินเสียงปอดจากหูฟังแพทย์ทางไกล (Tele-stethoscope) เมื่อเทียบกับหูฟังปกติ ที่ระยะปกติ, ระยะ 5-10 เมตรนอกห้อง และระยะ 10-15 เมตรนอกห้อง ที่ตำแหน่งการตรวจปอดข้างหลังบนขวา(ตำแหน่งที่7)



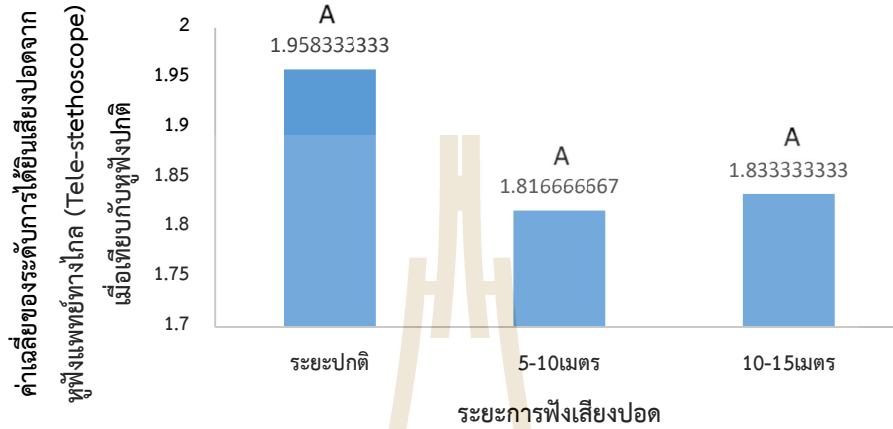
จากกราฟที่ 4.2.7 พบว่าค่าเฉลี่ยระดับการได้ยินเสียงปอดจากหูฟังแพทย์ทางไกล (Tele-stethoscope) เมื่อเทียบกับหูฟังปกติ ที่ระยะปกติ  $1.96 \pm 0.24$ , ระยะ 5-10 เมตรนอกห้อง  $1.82 \pm 0.56$  และระยะ 10-15 เมตรนอกห้อง  $1.83 \pm 0.54$  ตำแหน่งการตรวจปอดข้างหลังบนขวา (ตำแหน่งที่ 7) ไม่แตกต่างกัน

กราฟที่ 4.2.8 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระดับการได้ยินเสียงปอดจากหูฟังแพทย์ทางไกล (Tele-stethoscope) เมื่อเทียบกับหูฟังปกติ ที่ระยะปกติ, ระยะ 5-10 เมตรนอกห้อง และระยะ 10-15 เมตรนอกห้อง ตำแหน่งการตรวจปอดข้างหลังกลางขวา (ตำแหน่งที่8)



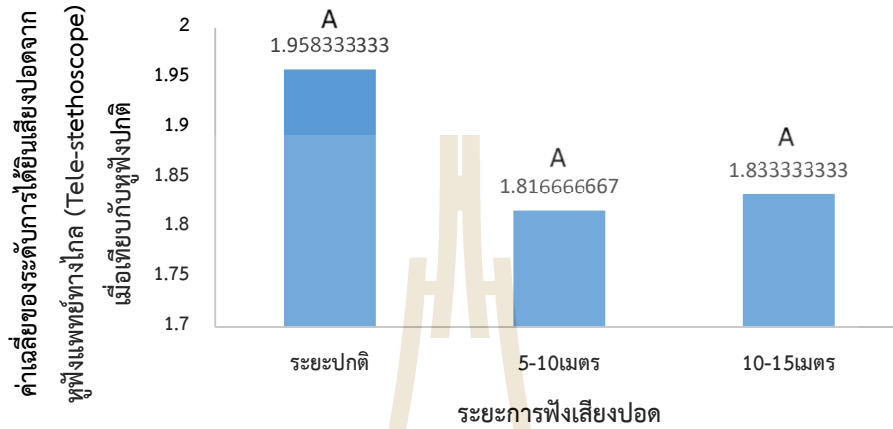
จากกราฟที่ 4.2.8 พบว่าค่าเฉลี่ยระดับการได้ยินเสียงปอดจากหูฟังแพทย์ทางไกล (Tele-stethoscope) เมื่อเทียบกับหูฟังปกติ ที่ระยะปกติ  $1.96 \pm 0.24$  และระยะ 10-15 เมตรนอกห้อง  $1.83 \pm 0.54$  มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 แต่ไม่แตกต่างกับ ระยะ 5-10 เมตรนอกห้อง  $1.82 \pm 0.56$  เมื่อเปรียบเทียบระยะ 5-10 เมตรนอกห้อง  $1.82 \pm 0.56$  กับระยะ 10-15 เมตรนอกห้อง  $1.83 \pm 0.54$  ไม่แตกต่างกัน

กราฟที่ 4.2.9 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระดับการได้ยินเสียงปอดจากฟังแพทย์ทางไกล (Tele-stethoscope) เมื่อเทียบกับหูฟังปกติ ที่ระยะปกติ, ระยะ 5-10 เมตรนอกห้อง และระยะ 10-15 เมตรนอกห้อง ตำแหน่งการตรวจปอดข้างหลังล่างขวา (ตำแหน่งที่ 9)



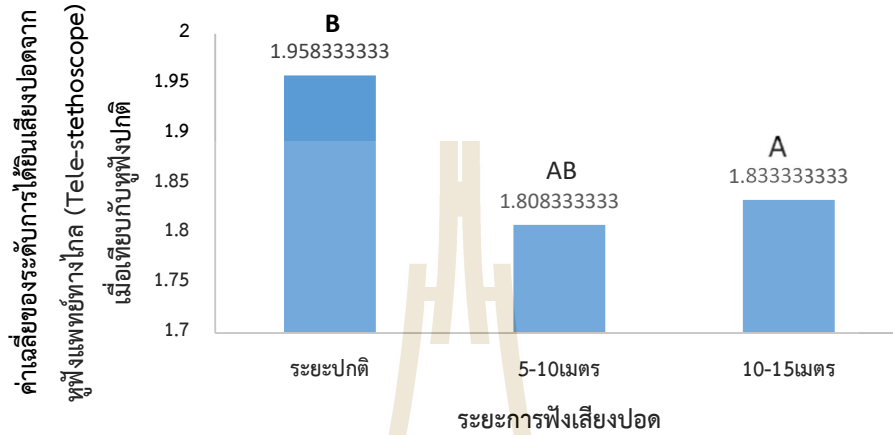
จากกราฟที่ 4.2.9 พบว่าค่าเฉลี่ยระดับการได้ยินเสียงปอดจากหูฟังแพทย์ทางไกล (Tele-stethoscope) เมื่อเทียบกับหูฟังปกติ ที่ระยะปกติ  $1.96 \pm 0.24$ , ระยะ 5-10 เมตรนอกห้อง  $1.82 \pm 0.56$  และระยะ 10-15 เมตรนอกห้อง  $1.83 \pm 0.54$  ตำแหน่งการตรวจปอดข้างหลังล่างขวา (ตำแหน่งที่ 9) ไม่แตกต่างกัน

กราฟที่ 4.2.10 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระดับการได้ยินเสียงปอดจากหูฟังแพทย์ทางไกล (Tele-stethoscope) เมื่อเทียบกับหูฟังปกติ ที่ระยะปกติ, ระยะ 5-10 เมตรนอกห้อง และระยะ 10-15 เมตรนอกห้อง ตำแหน่งการตรวจปอดข้างหลังด้านข้างขวา (ตำแหน่งที่10)



จากกราฟที่ 4.2.10 พบว่าค่าเฉลี่ยระดับการได้ยินเสียงปอดจากหูฟังแพทย์ทางไกล (Tele-stethoscope) เมื่อเทียบกับหูฟังปกติ ที่ระยะปกติ  $1.96 \pm 0.24$ , ระยะ 5-10 เมตรนอกห้อง  $1.82 \pm 0.56$  และระยะ 10-15 เมตรนอกห้อง  $1.83 \pm 0.54$  ตำแหน่งการตรวจปอดข้างหลังด้านข้างขวา (ตำแหน่งที่ 10) ไม่แตกต่างกัน

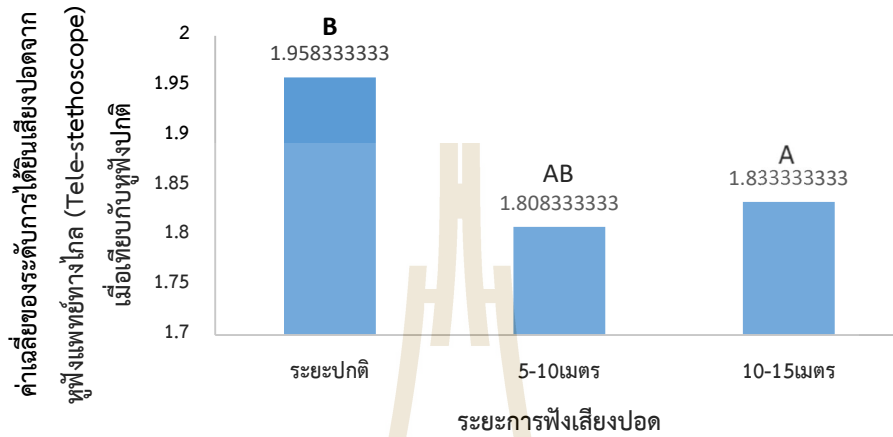
กราฟที่ 4.2.11 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระดับการได้ยินเสียงปอดจากฟังแพทย์ทางไกล (Tele-stethoscope) เมื่อเทียบกับหูฟังปกติ ที่ระยะปกติ, ระยะ 5-10 เมตรนอกห้อง และระยะ 10-15 เมตรนอกห้อง ตำแหน่งการตรวจปอดข้างหลังบนซ้าย (ตำแหน่งที่11)



จากกราฟที่ 4.2.11 พบว่าค่าเฉลี่ยระดับการได้ยินเสียงปอดจากหูฟังแพทย์ทางไกล (Tele-stethoscope) เมื่อเทียบกับหูฟังปกติ ที่ระยะปกติ  $1.96 \pm 0.24$  และระยะ 10-15 เมตรนอกห้อง  $1.83 \pm 0.54$  มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 แต่ไม่แตกต่างกับ ระยะ 5-10 เมตรนอกห้อง  $1.81 \pm 0.57$  เมื่อเปรียบเทียบระยะ 5-10 เมตรนอกห้อง  $1.81 \pm 0.57$  กับระยะ 10-15 เมตรนอกห้อง  $1.83 \pm 0.54$  ไม่แตกต่างกัน

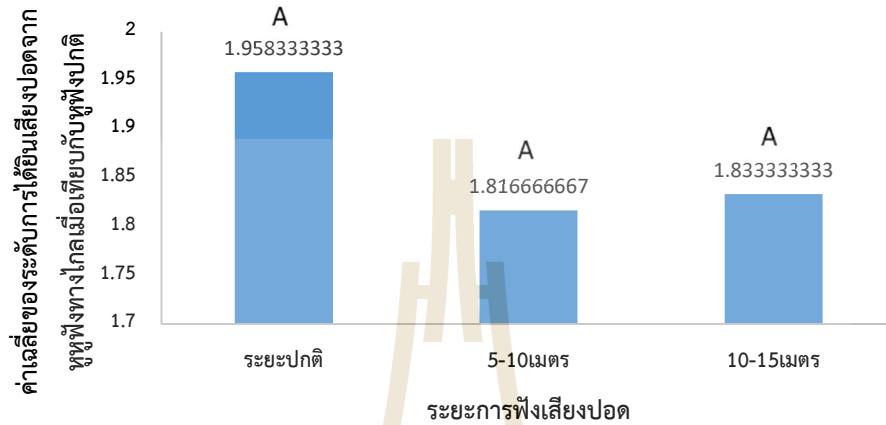


กราฟที่ 4.2.12 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระดับการได้ยินเสียงปอดจากฟังแพทย์ทางไกล (Tele-stethoscope) เมื่อเทียบกับหูฟังปกติ ที่ระยะปกติ, ระยะ 5-10 เมตรนอกห้อง และระยะ 10-15 เมตรนอกห้อง ตำแหน่งการตรวจปอดข้างหลังกลางซ้าย (ตำแหน่งที่12)



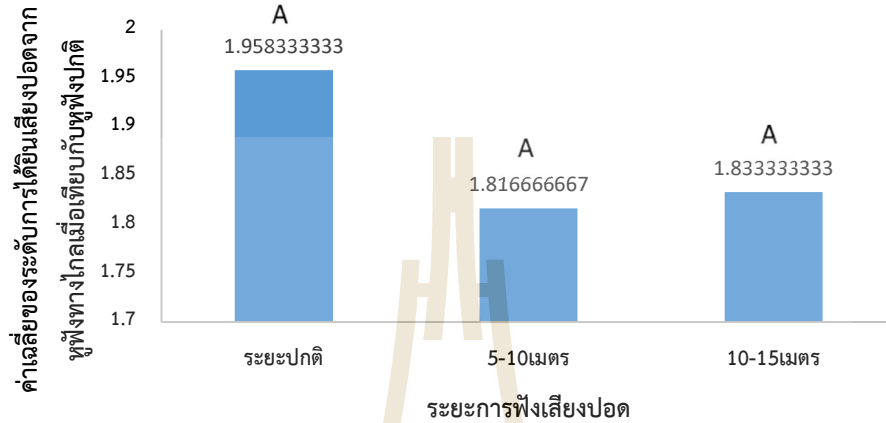
จากกราฟที่ 4.2.12 พบว่าค่าเฉลี่ยระดับการได้ยินเสียงปอดจากหูฟังแพทย์ทางไกล (Tele-stethoscope) เมื่อเทียบกับหูฟังปกติ ที่ระยะปกติ  $1.96 \pm 0.24$  และระยะ 10-15 เมตรนอกห้อง  $1.83 \pm 0.54$  มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 แต่ไม่แตกต่างกับ ระยะ 5-10 เมตรนอกห้อง  $1.81 \pm 0.57$  เมื่อเปรียบเทียบระยะ 5-10 เมตรนอกห้อง  $1.81 \pm 0.57$  กับระยะ 10-15 เมตรนอกห้อง  $1.83 \pm 0.54$  ไม่แตกต่างกัน

กราฟที่ 4.2.13 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระดับการได้ยินเสียงปอดจากหูฟังแพทย์ทางไกล (Tele-stethoscope) เมื่อเทียบกับหูฟังปกติ ที่ระยะปกติ, ระยะ 5-10 เมตรนอกห้อง และระยะ 10-15 เมตรนอกห้อง ตำแหน่งการตรวจปอดข้างหลังล่างซ้าย (ตำแหน่งที่ 13)



จากกราฟที่ 4.2.13 พบว่าค่าเฉลี่ยระดับการได้ยินเสียงปอดจากหูฟังแพทย์ทางไกล (Tele-stethoscope) เมื่อเทียบกับหูฟังปกติ ที่ระยะปกติ  $1.96 \pm 0.24$ , ระยะ 5-10 เมตรนอกห้อง  $1.82 \pm 0.56$  และระยะ 10-15 เมตรนอกห้อง  $1.83 \pm 0.54$  ตำแหน่งการตรวจปอดข้างหลังล่างซ้าย (ตำแหน่งที่ 13) ไม่แตกต่างกัน

กราฟที่ 4.2.14 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระดับการได้ยินเสียงปอดจากหูฟังแพทย์ทางไกล (Tele-stethoscope) เมื่อเทียบกับหูฟังปกติ ที่ระยะปกติ, ระยะ 5-10 เมตรนอกห้อง และระยะ 10-15 เมตรนอกห้อง ตำแหน่งการตรวจปอดข้างหลังด้านข้างซ้าย (ตำแหน่งที่ 14)



จากกราฟที่ 4.2.14 พบว่าค่าเฉลี่ยระดับการได้ยินเสียงปอดจากหูฟังแพทย์ทางไกล (Tele-stethoscope) เมื่อเทียบกับหูฟังปกติ ที่ระยะปกติ  $1.96 \pm 0.24$ , ระยะ 5-10 เมตรนอกห้อง  $1.82 \pm 0.56$  และระยะ 10-15 เมตรนอกห้อง  $1.83 \pm 0.54$  ตำแหน่งการตรวจปอดข้างหลังด้านข้างซ้าย (ตำแหน่งที่ 14) ไม่แตกต่างกัน

ตารางที่ 4.2.7 แสดงข้อมูลการฟังเสียงปอดจากหูฟังแพทย์ทางไกล (Tele-stethoscope) เมื่อเทียบกับหูฟังปกติเปรียบเทียบการฟังระหว่างกลุ่มปกติและกลุ่มผิดปกติ ในระยะปกติ ตำแหน่งด้านหน้า

ตำแหน่งปอด	กลุ่ม	ค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	Sig
1 บนขวา	ปกติ	1.97 $\pm$ 0.22	0.504
	ไม่ปกติ	2.00 $\pm$ 0.00	
2 กลางขวา	ปกติ	1.97 $\pm$ 0.22	0.504
	ไม่ปกติ	2.00 $\pm$ 0.00	
3 ล่างขวา	ปกติ	1.97 $\pm$ 0.22	0.504
	ไม่ปกติ	2.00 $\pm$ 0.00	
4 บนซ้าย	ปกติ	1.97 $\pm$ 0.22	0.504
	ไม่ปกติ	2.00 $\pm$ 0.00	
5 กลางซ้าย	ปกติ	1.97 $\pm$ 0.22	0.504
	ไม่ปกติ	2.00 $\pm$ 0.00	
6 ล่างซ้าย	ปกติ	1.97 $\pm$ 0.22	0.504
	ไม่ปกติ	2.00 $\pm$ 0.00	

$p=0.05$

จากตารางที่ 4.2.7 พบว่าข้อมูลการฟังเสียงปอดจากหูฟังแพทย์ทางไกล (Tele-stethoscope) เมื่อเทียบกับหูฟังปกติเปรียบเทียบการฟังระหว่างกลุ่มปกติและกลุ่มผิดปกติ ในระยะปกติ ตำแหน่งด้านหน้าปอดมีค่าแปรปรวนเท่ากับ 0.504 แสดงว่าการฟังเสียงปอดจากหูฟังแพทย์ทางไกล (Tele-stethoscope) เมื่อเทียบกับหูฟังปกติในกลุ่มปกติไม่แตกต่างกับกลุ่มผิดปกติ

ตารางที่ 4.2.8 ข้อมูลการฟังเสียงปอดจากหูฟังแพทย์ทางไกล (Tele-stethoscope) เมื่อเทียบกับหูฟังปกติ เปรียบเทียบการฟังระหว่างกลุ่มปกติและกลุ่มผิดปกติตำแหน่งด้านหลัง ในระยะปกติ

ตำแหน่งปอด	กลุ่ม	ค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	Sig
7 บนขวา	ปกติ	1.96 $\pm$ 0.24	0.884
	ไม่ปกติ	1.95 $\pm$ 0.22	
8 กลางขวา	ปกติ	1.96 $\pm$ 0.24	0.884
	ไม่ปกติ	1.95 $\pm$ 0.22	
9 ล่างขวา	ปกติ	1.96 $\pm$ 0.24	0.884
	ไม่ปกติ	1.95 $\pm$ 0.22	
10 ด้านข้างขวา	ปกติ	1.96 $\pm$ 0.24	0.884
	ไม่ปกติ	1.95 $\pm$ 0.22	
11 บนซ้าย	ปกติ	1.96 $\pm$ 0.24	0.884
	ไม่ปกติ	1.95 $\pm$ 0.22	
12 กลางซ้าย	ปกติ	1.96 $\pm$ 0.24	0.884
	ไม่ปกติ	1.95 $\pm$ 0.22	
13 ล่างซ้าย	ปกติ	1.96 $\pm$ 0.24	0.884
	ไม่ปกติ	1.95 $\pm$ 0.22	
14 ด้านข้างซ้าย	ปกติ	1.96 $\pm$ 0.24	0.884
	ไม่ปกติ	1.95 $\pm$ 0.22	

$p=0.05$

จากตารางที่ 4.2.8 พบว่าข้อมูลการฟังเสียงปอดจากหูฟังแพทย์ทางไกล (Tele-stethoscope) เมื่อเทียบกับหูฟังปกติเปรียบเทียบการฟังระหว่างกลุ่มปกติและกลุ่มผิดปกติ ในระยะปกติ ตำแหน่งด้านหลังปอด มีค่าแปรปรวนเท่ากับ 0.884 แสดงว่าการฟังเสียงปอดจากหูฟังแพทย์ทางไกล (Tele-stethoscope) เมื่อเทียบกับหูฟังปกติในกลุ่มปกติไม่แตกต่างกับกลุ่มผิดปกติ

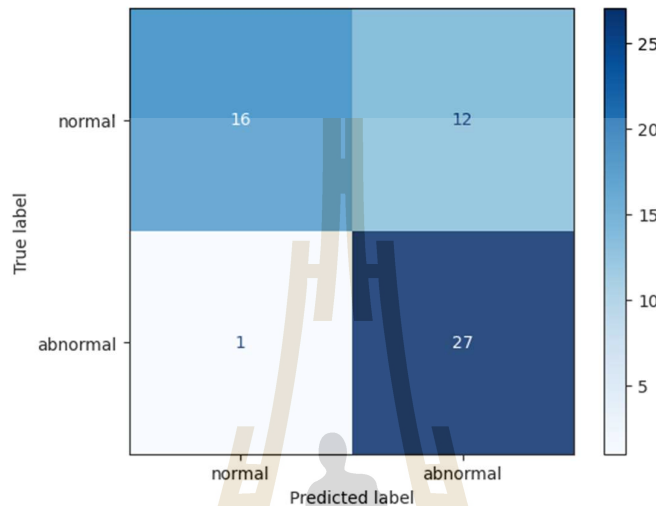
ตารางที่ 4.2.9 ข้อมูลความผิดปกติของปอดจากฟิล์ม X-ray และจากการฟังเสียง ในกลุ่มอาสาปอดผิดปกติ

CRF-3 File record		ปอดปกติ		ปอดผิดปกติ	
		จำนวน(ร้อยละ)		จำนวน(ร้อยละ)	
ตำแหน่งที่ปอดมีความผิดปกติจาก ฟิล์ม X-ray	ข้างหน้า	บนขวา	15(75.0)	5(25.0)	
		กลางขวา	13(65.0)	7(35.0)	
		ล่างขวา	8(40.0)	12(60.0)	
		บนซ้าย	14(70.0)	6(30.0)	
		กลางซ้าย	11(55.0)	9(45.0)	
		ล่างซ้าย	9(45.0)	11(55.0)	
	ข้างหลัง	บนขวา	13(65.0)	7(35.0)	
		กลางขวา	11(55.0)	9(45.0)	
		ล่างขวา	6(30.0)	14(70.0)	
		บนซ้าย	13(65.0)	7(35.0)	
		กลางซ้าย	11(55.0)	9(45.0)	
		ล่างซ้าย	6(30.0)	14(70.0)	
ตำแหน่งที่ปอดมีความผิดปกติจาก การฟังเสียง	ข้างหน้า	บนขวา	14(70.0)	6(30.0)	
		กลางขวา	14(70.0)	6(30.0)	
		ล่างขวา	9(45.0)	11(55.0)	
		บนซ้าย	13(65.0)	7(35.0)	
		กลางซ้าย	14(70.0)	6(30.0)	
		ล่างซ้าย	12(60.0)	8(40.0)	
	ข้างหลัง	บนขวา	13(65.0)	7(35.0)	
		กลางขวา	13(65.0)	7(35.0)	
		ล่างขวา	5(25.0)	15(75.0)	
		บนซ้าย	13(65.0)	7(35.0)	
		กลางซ้าย	13(65.0)	7(35.0)	
		ล่างซ้าย	7(35.0)	13(65.0)	

จากตารางที่ 4.2.9 ในกลุ่มอาสาที่ปอดผิดปกติ พบความผิดปกติของปอดจากฟิล์ม X-ray ข้างหน้าบนขวา 5 คนคิดเป็นร้อยละ 25, ข้างหน้ากลางขวา 7 คนคิดเป็นร้อยละ 35, ข้างหน้าล่างขวา 12 คนคิดเป็นร้อยละ 60, ข้างหน้าบนซ้าย 6 คนคิดเป็นร้อยละ 30, ข้างหน้ากลางซ้าย 9 คนคิดเป็นร้อยละ 45, ข้างหน้าล่างซ้าย 11 คนคิดเป็นร้อยละ 55, ข้างหลังบนขวา 7 คนคิดเป็นร้อยละ 35, ข้างหลังกลางขวา 9 คนคิดเป็นร้อยละ 45, ข้างหลังล่างขวา 14 คนคิดเป็นร้อยละ 70, ข้างหลังบนซ้าย 7 คนคิดเป็นร้อยละ 35, ข้างหลังกลางซ้าย 9 คนคิดเป็นร้อยละ 45, ข้างหลังล่างซ้าย 14 คนคิดเป็นร้อยละ 70 และพบความผิดปกติของปอดจากการฟังเสียง ข้างหน้าบนขวา 6 คนคิดเป็นร้อยละ 30, ข้างหน้ากลางขวา 6 คนคิดเป็นร้อยละ 30, ข้างหน้าล่างขวา 11 คนคิดเป็นร้อยละ 55, ข้างหน้าบนซ้าย 7 คนคิดเป็นร้อยละ 35, ข้างหน้ากลางซ้าย 6 คนคิดเป็นร้อยละ 30,

ข้างหน้าล่างซ้าย 8 คนคิดเป็นร้อยละ 40, ข้างหลังบนขวา 7 คนคิดเป็นร้อยละ 35, ข้างหลังกลางขวา 7 คนคิดเป็นร้อยละ 35, ข้างหลังล่างขวา 15 คนคิดเป็นร้อยละ 75, ข้างหลังบนซ้าย 7 คนคิดเป็นร้อยละ 35, ข้างหลังกลางซ้าย 7 คนคิดเป็นร้อยละ 35, ข้างหลังล่างซ้าย 13 คนคิดเป็นร้อยละ 65

#### 4.3 ผลของการทดสอบโมเดลปัญญาประดิษฐ์ผลการทดสอบจะแสดงในรูปแบบของ Confusion matrix



รูปที่ 4.3 Confusion matrix ของผลการทดสอบโมเดลปัญญาประดิษฐ์

ในการทดสอบโมเดลปัญญาประดิษฐ์ผลการทดสอบจะแสดงในรูปแบบของ Confusion matrix ดังแสดงในรูปที่ 7 ซึ่งผลการทดสอบพบว่าจำนวนเสียงปอดของผู้ป่วยที่มีความผิดปกติจำนวนทั้งหมด 28 เสียง โมเดลทำนายถูก 27 เสียงและทำนายผิด 1 เสียงในขณะที่จำนวนเสียงปอดของคนปกติจำนวนทั้งหมด 28 เสียงเท่านั้นโมเดลทำนายถูกเพียง 16 เสียงและทำนายผิดถึง 12 เสียง ซึ่งสามารถสรุปค่าต่างๆของโมเดลปัญญาประดิษฐ์ได้ดังต่อไปนี้ Sensitivity : 94.12 % , Specificity : 69.23 % และ Accuracy : 76.78 % การที่โมเดลปัญญาประดิษฐ์ทำนายผิดพลาด 12 เสียงจากการที่เป็นเสียงของคนปกติแต่ทำนายผิดว่าเป็นเสียงของคนผิดปกติ อาจเกิดจากเสียงปอดในบางตำแหน่งของผู้ป่วยโรคระบบทางเดินหายใจไม่ได้มีเสียงปอดที่ผิดปกติซึ่งจะมีความผิดปกติเฉพาะในบางตำแหน่งเท่านั้นขึ้นอยู่กับภาวะความรุนแรงของโรคที่ผู้ป่วยเป็นจึงทำให้โมเดลปัญญาประดิษฐ์เข้าใจผิด โดยวิธีการแก้ไขอาจจะต้องใช้ข้อมูลในการเทรนโมเดลปัญญาประดิษฐ์ที่มากขึ้นกว่าเดิมซึ่งจำเป็นต้องมีชุดข้อมูลในหลากหลายรูปแบบซึ่งจะดำเนินการในอนาคต

## บทที่ 5

### สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การทดสอบหูฟังแพทย์ทางไกล (Tele-stethoscope) ตรวจสอบสัญญาณเสียงปอดปกติเปรียบเทียบกับหูฟังมาตรฐาน (Stethoscope) อาสาสมัครเข้ารับการทดสอบทั้งหมด 140 คนมีอายุเฉลี่ย  $40.86 \pm 16.69$  ปี อายุน้อยสุด 24 ปี อายุมากที่สุด 93 ปี เพศหญิง 78 คนคิดเป็นร้อยละ 55.7 และเพศชาย 62 คนคิดเป็นร้อยละ 44.3 น้ำหนักเฉลี่ย  $67.03 \pm 15.14$  กิโลกรัม น้ำหนักต่ำสุด 32 กิโลกรัม สูงสุด 105 กิโลกรัม ส่วนสูงเฉลี่ย  $1.64 \pm 0.09$  เมตร ความสูงต่ำสุด 1.45 เมตร สูงสุด 1.85 เมตร ค่าดัชนีมวลกายเฉลี่ย  $24.86 \pm 4.61$  ค่าดัชนีมวลกายต่ำสุด 15.01 สูงสุด 36.33 กลุ่มคนปกติ มี 120 คน คิดเป็นร้อยละ 85.7 และกลุ่มคนไม่ปกติ มี 20 คน คิดเป็นร้อยละ 14.3 อาสาสมัครไม่มีโรคประจำตัว 97 คนคิดเป็นร้อยละ 61.8, โรคหอบหืด (Asthma) 3 คน คิดเป็นร้อยละ 1.9, โรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง (Chronic Obstructive Pulmonary Disease :COPD) 1 คน คิดเป็นร้อยละ 0.6, โรคหลอดเลือดหัวใจ (Coronary artery disease :CAD) 4 คน คิดเป็นร้อยละ 2.5, ภาวะหัวใจล้มเหลว (Congestive Heart Failure :CHF) 8 คน คิดเป็นร้อยละ 5.1, โรคไตเรื้อรัง (Chronic kidney disease :CKD) 3 คน คิดเป็นร้อยละ 1.9 และโรคอื่นๆ (โรคภูมิแพ้, โรคเก๊า, โรคเบาหวาน, โรคความดันโลหิตสูง, โรคไขมันในเลือดสูง, โรคธาลัสซีเมีย, โรคไทรอยด์ และมะเร็งปอด) 41 คน คิดเป็นร้อยละ 26.1 ประวัติอาสาสมัครมีปอดทำงานปกติ 123 คน คิดเป็นร้อยละ 87.9 ปอดอักเสบ, ปอดบวม (Pneumonia) 9 คน คิดเป็นร้อยละ 6.4 ภาวะหัวใจล้มเหลว (Congestive Heart Failure :CHF) 7 คน คิดเป็นร้อยละ 5.0 และอื่นๆ 1 คน คิดเป็นร้อยละ 0.7 อาสาสมัครมีเสียงปอดปกติ 125 คน คิดเป็นร้อยละ 85.6 เกิดเสียง Crepitation 9 คน คิดเป็นร้อยละ 6.2 เกิดเสียง Rale/rhonchi 5 คน คิดเป็นร้อยละ 3.4 เกิดเสียง Wheezing 6 คน คิดเป็นร้อยละ 4.1 และอื่นๆ 1 คน คิดเป็นร้อยละ 0.7 การ X-ray อาสาสมัครมีปอดปกติ 128 คนคิดเป็นร้อยละ 91.4 ปอดข้างขวาผิดปกติ 1 คน คิดเป็นร้อยละ 0.7 ปอดข้างซ้ายผิดปกติ 9 คนคิดเป็นร้อยละ 6.4 เมื่อเทียบข้อมูลทั่วไประหว่างกลุ่มปกติและไม่ปกติพบว่า อายุ, โรคประจำตัว และส่วนสูง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และเพศ, น้ำหนัก และดัชนีมวลกาย (BMI) ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จากการทดสอบหูฟังแพทย์ทางไกล (Tele-stethoscope) ตรวจสอบสัญญาณเสียงปอดปกติเปรียบเทียบกับหูฟังมาตรฐาน (Stethoscope) ในอาสาสมัครที่มีสุขภาพร่างกายแข็งแรง การประเมินระดับการได้ยินเสียงอยู่ในระดับดีกว่าหูฟังปกติมากๆ (Best) เมื่อเปรียบเทียบกับหูฟังปกติ และจากการทดสอบเปรียบเทียบระดับการได้ยินเสียงปอดจากหูฟังทางไกลเมื่อเทียบกับหูฟังปกติ ที่ระยะปกติ, ระยะ 5-10 เมตรนอกห้อง และระยะ 10-15 เมตรนอกห้อง ในตำแหน่งที่ 3, 5, 6, 8, 11, 12 มีการประเมินระดับการฟังเสียงปอดที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 ซึ่งระยะปกติจะมีความชัดเจนกว่าระยะที่ 2 และระยะที่ 3 ที่อยู่นอกห้อง แต่ระดับฟังเสียงยังอยู่ในเกณฑ์ที่ดีเมื่อเทียบกับหูฟังปกติ การประเมินระดับเสียงที่ต่ำกว่า ระดับดีมาก (Best) เนื่องจากการทดสอบในช่วงแรกเริ่มมีการพัฒนาระบบหูฟังแพทย์ทางไกล (Tele-stethoscope) อาจมีการส่งสัญญาณไม่ถึงระยะในการทดสอบ ทำให้ระดับเสียงที่ได้ยินในช่วงแรกของการทดสอบอยู่ในระดับปานกลาง และสถานที่ของการทดสอบที่อยู่ภายนอกห้องมีตำแหน่งใกล้กับลิฟต์ทำให้มีสัญญาณรบกวนขณะทดสอบส่งผล



ต่อระดับในการฟังจึงลดลง เมื่อทำการจัดระบบหูฟังแพทย์ทางไกล (Tele-stethoscope) ใหม่และย้ายสถานที่ การทดสอบทำให้มีระดับการฟังที่ดีขึ้นถึงระดับดีกว่าหูฟังปกติมากๆ (Best) เมื่อเทียบกับหูฟังปกติ และการ ทดสอบหูฟังแพทย์ทางไกล (Tele-stethoscope) ตรวจสัญญาณเสียงปอดปกติเปรียบเทียบกับหูฟังมาตรฐาน (Stethoscope) ในอาสาสมัครที่ผิดปกติ การประเมินระดับการได้ยินเสียงอยู่ในระดับดีกว่าหูฟังปกติมาก (Better) และดีกว่าหูฟังปกติมากๆ (Best) เมื่อเปรียบเทียบกับหูฟังปกติ และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มใน อาสาสมัครที่ปกติกับอาสาสมัครที่ผิดปกติ พบว่าระดับการได้ยินเมื่อเทียบกับหูฟังปกติไม่แตกต่างกัน

จากการทดสอบพบว่าจำนวนเสียงปอดของผู้ป่วยที่มีความผิดปกติจำนวนทั้งหมด 28 เสียงโมเดล ทำนายถูก 27 เสียงและทำนายผิด 1 เสียงในขณะที่จำนวนเสียงปอดของคนปกติจำนวนทั้งหมด 28 เสียง เท่ากันโมเดลทำนายถูกเพียง 16 เสียงและทำนายผิดถึง 12 เสียง ซึ่งสามารถสรุปค่าต่างๆของโมเดล ปัญหาประดิษฐ์ได้ดังต่อไปนี้ Sensitivity : 94.12 % , Specificity : 69.23 % และ Accuracy : 76.78 % การที่โมเดลปัญหาประดิษฐ์ทำนายผิดพลาด 12 เสียงจากการที่เป็นเสียงของคนปกติแต่ทำนายผิดว่าเป็นเสียง ของคนผิดปกติ อาจเกิดจากเสียงปอดในบางตำแหน่งของผู้ป่วยโรกระบบทางเดินหายใจไม่ได้มีเสียงปอดที่ ผิดปกติซึ่งจะมีความผิดปกติเฉพาะในบางตำแหน่งเท่านั้นขึ้นอยู่กับภาวะความรุนแรงของโรคที่ผู้ป่วยเป็นจึงทำ ให้โมเดลปัญหาประดิษฐ์เข้าใจผิด โดยวิธีการแก้ไขอาจจะต้องใช้ข้อมูลในการเทรนโมเดลปัญหาประดิษฐ์ที่มาก ขึ้นกว่าเดิมซึ่งจำเป็นต้องมีชุดข้อมูลในหลากหลายรูปแบบซึ่งจะดำเนินการในอนาคต

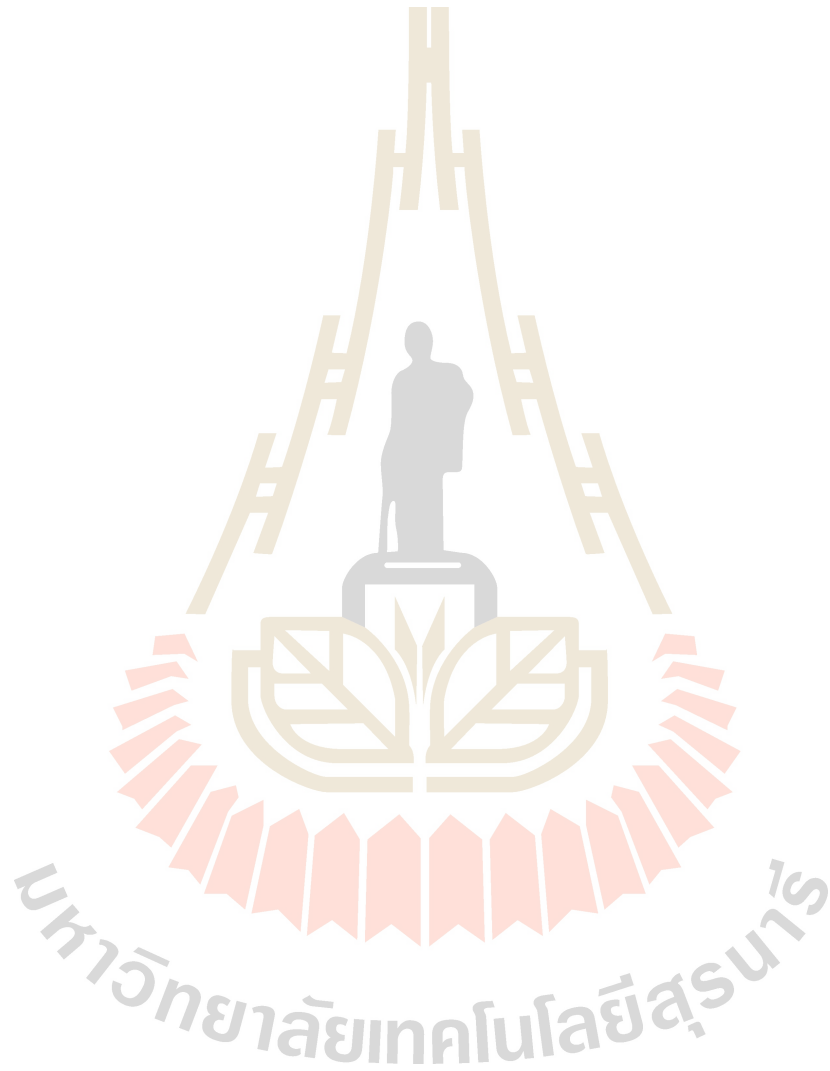
#### ข้อเสนอแนะ

จากผลการทดลองและการตรวจสอบโดยแพทย์ผู้ประสบการณ์ร่วมกับทีมวิศวกรผู้ออกแบบ พบว่าหลายปัจจัย ที่ทำให้การฟังเสียงได้ไม่ดี ต้องฟังซ้ำหลายครั้ง อาจมีผลต่อการแปลผลความถูกต้องของเสียงปอดที่ทำการ บันทึกและตีความจากปัญญาประดิษฐ์

1. ปัจจัยเรื่องเพศ พบว่าในการฟังเสียงจะมีบางตำแหน่งที่ฟังเสียงไม่ชัด เช่น ตำแหน่งปอดล่างในเพศ หญิง เนื่องจากสรีรวิทยาที่มีเนื้อเต้านมอยู่ จะต้องมีการปรับหรือขยับตำแหน่งให้เหมาะสม
2. ปัจจัยด้านสิ่งกีดขวาง ในกรณีที่อาสาสมัครใส่เสื้อรัดรูป เวลาขยับจะทำให้มีเสียงรบกวนการฟังเสียง หายใจได้
3. ปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อม เนื่องจากการศึกษาในสถานที่จริงในโรงพยาบาล จะพบว่ามีความแตกต่างจาก การทดสอบในห้องทดสอบในห้องวิจัยคลินิก ที่มีความเงียบ และเป็นส่วนตัวในการทดสอบมากกว่าใน หอผู้ป่วย ที่มีเสียงแวดล้อมมาก รบกวนการบันทึกเสียง รวมทั้งต้องตรวจสอบความปลอดภัย อุปกรณ์ ทางการแพทย์ที่ต้องตรวจสอบว่าไม่มีการรบกวนการทำงานที่จะก่อให้เกิดอันตรายต่ออาสาสมัครหรือ ผู้ป่วยอื่นได้
4. ปัจจัยด้านกายภาพและโครงสร้างตึก ตำแหน่งที่ใกล้กับบางบริเวณจะทำให้เสียงได้ยินลดลง เช่น ตำแหน่งใกล้ลิฟท์ และจากพื้นที่ที่ต่างกันจะมีโครงสร้างของห้องในแต่ละสถานที่แตกต่างกัน ความหนาของผนัง
5. ปัจจัยเรื่องจำนวนเสียงที่มาทดสอบ เนื่องจากการทดสอบในสถานที่จริงของโรงพยาบาล ที่ อาสาสมัครที่เป็นผู้ป่วย อาจมีความผิดปกติมากกว่า 1 อย่างได้บ่อยครั้ง ในต่างตำแหน่ง เสียงที่บันทึก

ได้ต้องมีการจำแนกเสียงให้ดีและการตีความจากปัญญาประดิษฐ์ อาจต้องเพิ่มจำนวนเสียงที่ผิดปกติมากขึ้นให้ทำการแปลผลถูกต้องมากขึ้น

ดังนั้นการวางแผนการทดสอบ นอกจากจะให้แนวทางการทดสอบกับอาสาสมัครที่มาทดสอบ การให้ความการตรวจเป็นอย่างมิดชิด ไม่เปิดเผยเกินไปในการตรวจ รวมทั้งการจัดการทดสอบให้ใกล้เคียงกับสถานที่จริง จะสามารถประยุกต์และตัดแปลงอุปกรณ์และระบบให้เข้ากับแนวทางการปฏิบัติจริงเพื่อประโยชน์สูงสุดต่อไป



## บรรณานุกรม

- Chowdhury, M. E., Khandakar, A., Alzoubi, K., Mansoor, S., M Tahir, A., Reaz, M. B. I., and Al-Emadi, N. 2019. "Real-Time Smart-Digital Stethoscope System for Heart Diseases Monitoring." Sensors, 19(12), 2781.
- Grønnesby, M., Solis, J. C. A., Holsbø, E., Melbye, H., and Bongo, L. A. 2017. "Feature extraction for machine learning based crackle detection in lung sounds from a health survey." arXiv preprint arXiv: 1706.00005.
- Jácome, C., Ravn, J., Holsbø, E., Aviles-Solis, J. C., Melbye, H., and Ailo Bongo, L. 2019. "Convolutional neural network for breathing phase detection in lung sounds." Sensors, 19(8), 1798.
- Kevat, A.C., Kalirajah, A. and Roseby, R. 2017. Digital stethoscopes compared to standard auscultation for detecting abnormal pediatric breath sounds. Eur J Pediatr; 176:989–992
- Leng S, Tan RS, Chai KTC, Wang C, Ghista D, Zhong L. (2015). The electronic stethoscope. BioMed Eng OnLine; 14:66.
- Li, S. H., Lin, B. S., Tsai, C. H., Yang, C. T., & Lin, B. S. (2017). "Design of wearable breathing sound monitoring system for real-time wheeze detection." Sensors, 17(1), 171.
- McDaniel, Nancy L et al. (2019). "Comparison of a Novel Handheld Telehealth Device with Stand-Alone Examination Tools in a Clinic Setting." Telemedicine journal and e-health: the official journal of the American Telemedicine Association vol. 25,12: 1225-1230.
- Ohshimo S, Sadamori T, Tanigawa K. (2016). Innovation in analysis of respiratory sounds. Ann Intern Med.;164(9):638–639.
- Potes C., Parvaneh S., Rahman A., Conroy B. "Ensemble of Feature based and Deep learning-based Classifiers for Detection of Abnormal Heart Sounds." Proceedings of the Computing in Cardiology 2016; Vancouver, BC, Canada. 11–14 September 2016.
- Zabihi M., Rad A.B., Kiranyaz S., Gabbouj M., Katsaggelos A.K. "Heart Sound Anomaly and Quality Detection using Ensemble of Neural Networks without Segmentation." Proceedings of the Computing in Cardiology 2016; Vancouver, BC, Canada. 11–14 September 2016.

## Curriculum vitae

### ผู้ช่วยศาสตราจารย์ แพทย์หญิงพรทิพย์ นิมขุนทด

สถานที่ทำงาน สาขาวิชาอายุรศาสตร์ สำนักวิชาแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

111 ถนนมหาวิทยาลัย ตำบลสุรนารี อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา 30000

โทรศัพท์ที่ทำงาน +66 4 422 3940

E-mail address porntipnimk@sut.ac.th

#### ประวัติการศึกษา

วุฒิการศึกษา	สถาบัน	ปี พ.ศ.
สาธารณสุขศาสตรมหาบัณฑิต (บริหารสาธารณสุข)	มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช	2554
ประกาศนียบัตรผู้มีความรู้ความชำนาญในการประกอบวิชาชีพเวชกรรม อนุสาขาหัตถการปฏิบัติรักษาโรคหัวใจและหลอดเลือด	สมาคมแพทย์โรคหัวใจแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์	2554
วุฒิบัตรผู้มีความรู้ความชำนาญในการประกอบวิชาชีพเวชกรรม อนุสาขาอายุรศาสตร์โรคหัวใจ	แพทยสภา	2552
วุฒิบัตรผู้มีความรู้ความชำนาญในการประกอบวิชาชีพเวชกรรม สาขาอายุรศาสตร์	แพทยสภา	2548
ประกาศนียบัตรบัณฑิต (วิทยาศาสตร์การแพทย์คลินิก)	มหาวิทยาลัยมหิดล	2546
แพทยศาสตรบัณฑิต	มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ	2542

#### ประวัติการศึกษา/อบรมระยะสั้น

วุฒิการศึกษา	สถาบัน	ปี พ.ศ.
Diploma of Clinical Statistics	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	2564
Diploma of Clinical Epidemiology	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	2563
Recognition of Achievement Middleton Foundation for Ethical Studies Global Fellowship Program	SIDCER	2561
Certificate Senior Fellow of the Higher Education Academy (SFHEA) in recognition of attainment against the UK Professional Standards Framework (UKPSF) for teaching and learning support in higher education	Advance HE, UK	2561
Certificate Fellow of the Higher Education Academy (FHEA) in recognition of attainment against the UK Professional Standards Framework (UKPSF) for teaching and learning support in higher education	Advance HE, UK	2560
Certificate for completion of Essential Course for Medical Educator (ECME)	กระทรวงสาธารณสุข	2558

วุฒิปัตริหลักสูตรการพัฒนาระบบบริหารสถาบันผลิตแพทย์แห่งประเทศไทย รุ่นที่ 16	กลุ่มสถาบันแพทยศาสตร์แห่งประเทศไทย	2558
วุฒิปัตริหลักสูตรเวชศาสตร์ป้องกัน แขนงสุขภาพจิตชุมชน	กระทรวงสาธารณสุข	2557

**ตำแหน่งปัจจุบัน** ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประจำสาขาวิชาอายุรศาสตร์ สำนักวิชาแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี  
หัวหน้าฝ่ายการศึกษา โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

**ประวัติการทำงาน**

พ.ศ. 2542-2550 รับราชการตำแหน่งนายแพทย์ 4-7 สังกัดสำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุข

พ.ศ. 2550-2554 อายุรแพทย์ประจำภาควิชาอายุรศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์วิชิรพยาบาล มหาวิทยาลัยนวมินทราธิราช

พ.ศ. 2554-2559 อาจารย์ประจำสาขาวิชาอายุรศาสตร์ สำนักวิชาแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

พ.ศ. 2559-ปัจจุบัน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประจำสาขาวิชาอายุรศาสตร์ สำนักวิชาแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

พ.ศ. 2561 ผู้รักษาการแทนหัวหน้าสถานพัฒนาคณาจารย์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

พ.ศ. 2561-2564 ผู้รักษาการแทนหัวหน้าสาขาวิชาอายุรศาสตร์ สำนักวิชาแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

พ.ศ. 2562-2564 รองคณบดีฝ่ายวิชาการ สำนักวิชาแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

พ.ศ. 2562 ผู้รักษาการแทนผู้อำนวยการกลุ่มงานการศึกษาและวิจัยทางการแพทย์ โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

พ.ศ. 2562-2564 รองคณบดีฝ่ายบริหาร สำนักวิชาแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

พ.ศ. 2564-ปัจจุบัน หัวหน้าฝ่ายการศึกษา โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

**รางวัล**

1. โล่เกียรติคุณผู้ประพติตนดีเด่นในเชิงคุณธรรม จริยธรรม ประจำปีการศึกษา 2558 จากแพทยสภา
2. Outstanding Award Poster Presentation.

Nimkuntod P, Loyd RA, Tongdee P. Novel Central Obesity Indices in Healthy Menopausal Transition and Hemodynamic Responses to Exercise for Predicting Cardiovascular Disease. Outstanding Award Poster Presentation in the 16 th International Conference of Public Health Sciences “ Universal Health Care Coverage: A Global Perspective”, 4 October 2016.

**ผลงานวิชาการที่ได้รับการตีพิมพ์**

1. Tongdee P, **Nimkuntod P**. Lipid Accumulation Product and Metabolically Unhealthy Risk in Subclinical Atherosclerotic Perimenopausal/Menopausal Women. *Suranaree J Sci Technol* 2020; 27(2): 07004-1-6.
2. **Nimkuntod P**, Tongdee P. Triglyceride to High-density Lipoprotein Cholesterol Ratio and Traditional Lipid Profile for Screening Subclinical Atherosclerosis. *Suranaree J Sci Technol* 2018; 25(3): 331-336.
3. Tongdee P, Srisawat S, Loyd RA, Temnitithikul B, Phumwiriya T, **Nimkuntod P**. Leopold' s Maneuver Mobile Learning Technology for Facilitating Knowledge Application and Self-reported Confidence of Preclinical Medical Students. *Suranaree J Sci Technol* 2017; 24(1): 99-103.
4. **Nimkuntod P**, Tongdee P. Waist to Height Ratio for Predicting Hemodynamic Responses of Treadmill Exercise Stress Test in Perimenopausal/Menopausal Women. *J Med Assoc Thai* 2016; 99(Suppl 7): S118-S124.
5. **Nimkuntod P**, Uengarpon N, Benjaoran F, Pinwanna K, Ratanakeereepun K, Tongdee P. Psychometric Properties of Depression Anxiety and Stress in Preclinical Medical Students. *J Med Assoc Thai* 2016; 99(Suppl 7): S111-S117.
6. **Nimkuntod P**, Tongdee P. Preclinical Medical Students' Achievement to Learning Outcomes in Special Tracts of Rural Doctors. *J Med Assoc Thai* 2016; 99(Suppl 7): S105-S110.
7. **Nimkuntod P**, Tongdee P. Neck Circumference as Simple Screening Measure for Predicting the Annual Mortality in Menopausal Status Women using Treadmill Exercise Stress Test. *J Med Assoc Thai* 2016; 99(Suppl 7): S99-S104.
8. **Nimkuntod P**, Tongdee P. Atherosclerotic Index and Traditional Anthropometry for Predicting Carotid Intima Media Thickness in Perimenopausal/Menopausal Women. *J Med Assoc Thai* 2016; 99(Suppl 7): S93-S98.
9. **Nimkuntod P**, Tongdee P. Association between Systolic Blood Pressure Recovery Ratio after Treadmill Exercise Stress Testing and Cardio- Metabolic Risk Factors among Menopausal Status. *J Med Assoc Thai* 2016; 99(Suppl 7): S87-S92.
10. **Nimkuntod P**, Tongdee P. A Body Shape Index versus Traditional Anthropometric Parameters to Identify Subclinical Atherosclerosis in Perimenopausal/ Menopausal Women. *J Med Assoc Thai* 2016; 99(Suppl 7): S81-S86.

11. Ananwattanasuk T, Chiewchalernsri C, Tongdee P, **Nimkuntod P**. Venipuncture Rate of Liver Function Tests for Patients being Treatment with Statin in Clinical Practice: A Therapeutic Dilemma. *J Med Assoc Thai* 2016; 99(Suppl 7): S69-S75.
12. Tongdee P, **Nimkuntod P**. Novel Mathematic Indexes to Identify Subclinical Atherosclerosis in Different Obesity Phenotypes of Perimenopausal/ Menopausal Women. *J Med Assoc Thai* 2016; 99(Suppl 7): S62-S68.
13. Tongdee P, **Nimkuntod P**. Neck Circumference and Cardio-Metabolic Risk in Normal Exercise Capacity Perimenopausal/ Menopausal Women. *J Med Assoc Thai* 2016; 99(Suppl 7): S55-S61.
14. Tongdee P, Tiansri K, Srisawat S, Ngamnoun A, Pinwanna K, **Nimkuntod P**. Mobile Content and Scenario-Based Manikin for Improving Learning Outcomes in Obstetrics of Preclinical Medical Students. *J Med Assoc Thai* 2016; 99(Suppl 7): S49-S54.
15. Tongdee P, Ananwattanasuk T, Benjaoran F, Rattanathawornkiti K, Horpibulsuk J, **Nimkuntod P**. Lipid Accumulation Product and Index of Central Lipid Distributions for Subclinical Atherosclerosis in Perimenopausal/Menopausal Women. *J Med Assoc Thai* 2016; 99(Suppl 7): S42-S48.
16. Tongdee P, Loyd RA, Kanoksin S, Kanjanawetang J, Winwan K, **Nimkuntod P**. Clinical Usefulness of Lipid Ratios to Identify Subclinical Atherosclerosis in Perimenopausal/Menopausal Women. *J Med Assoc Thai* 2016; 99(Suppl 7): S36-S41.
17. Tongdee P, Loyd RA, Winwan K, **Nimkuntod P**. Application of Visceral Adiposity Index and Anthropometry to Identify Preclinical Atherosclerosis in Menopausal Status Women. *J Med Assoc Thai* 2016; 99(Suppl 7): S30-S35.
18. Tongdee P, Annanon N, Wattapan P, Loyd RA, **Nimkuntod P**. Waist/Height Ratio and Traditional Antropometry for Screening Early Atherosclerosis in Premenopausal/Menopausal Women. *J Health Res* 2016; 30(5): 323-8.
19. Tongdee P, **Nimkuntod P**. Abdominal Obesity and Subclinical Atherosclerosis in Premenopausal/Menopausal Women. *Thailand Journal of Health Promotion and Environmental Health* 2016; 39(1): 65-75.
20. Kaewpitoon SJ, Namwichaisirikul N, Loyd RA, Churproong S, Uengarporn N, **Nimkhuntod P**, et al. Nutritional Status among Rural Community Elderly in the Risk Area of Liver Fluke, Surin Province, Thailand. *APJCP* 2015; 16(18): 8391-6.



21. **Nimkuntod P**, Kaewpitoon S, Uengarporn N, Ratanakeereepun K, Tongdee P. Perceptions of Medical Students and Facilitators of an Early Clinical Exposure Instructional Program. *J Med Assoc Thai* 2015; 98(Suppl 4): S64-S70.
22. **Nimkuntod P**, Tongdee P. Plasma Low-Density Lipoprotein Cholesterol/High-Density Lipoprotein Cholesterol Concentration Ratio and Early Marker of Carotid Artery Atherosclerosis. *J Med Assoc Thai* 2015; 98(Suppl 4): S58-S63.
23. **Nimkuntod P**, Tongdee P. Association between Subclinical Atherosclerosis among Hyperlipidemia and Healthy Subjects. *J Med Assoc Thai* 2015; 98(Suppl 4): S51-S57.
24. Kaewpitoon SJ, Rujirakul R, Uengarporn N, **Nimkuntod P**, Sripa B, Kaewpitoon N, et al. Community-based Cross-sectional study of Carcinogenic Human Liver Fluke in Elderly from Surin Province, Thailand. *APJCP* 2012; 13(9): 4285-8.
25. **Nimkuntod P**, Chotinoparatpat P, Sermswan A. Short Course Sodium Bicarbonate versus Isotonic Saline for Contrast Induce Nephropathy Prevention after Coronary Angiography. *Thai Heart Journal* 2010; 23(2): 56-64.