

บทความวิจัยต้นฉบับ :

ประสิทธิภาพของสัญญาณเสียงจากหูฟังเสียงแบบดิจิทัลไร้สายแบบเรียลไทม์เปรียบเทียบกับ
กับหูฟังมาตรฐานในการประเมินระบบหัวใจและปอด

Performance of Audio Signals from Wireless Digital Stethoscope Real-Time Transition compared with Standard Stethoscopes in Cardiopulmonary Assessments

พรทิพย์ นิมขุนทด** ปัทมา ทองดี** พีระพงษ์ อุธารสกุล*** นันทวุฒิ คะอังกู***
มนต์ทิพย์ภา อุธารสกุล*** ธฤต จุมภู***, ศรีญญา กาญจนวัฒนา*** ปริญญ์ ศรีเลิศล้ำวานิช***
กมลศักดิ์ ศรีวิสุทธิ*** และ ชลธิดา ครอบพรชัย*,**

Porntip Nimkuntod*,** Pattama Tongdee*,** Peerapong Uthansakul*** Nuntawut Kaoungku***
Monthippa Uthansakul*** Talit Jumphoo*** Sarunya Kanjanawattana*** Parin Somlertlamvanich***

Komsan Srivisut*** and Chontida Krobpornchai*,**

สำนักวิชาแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี*

โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี**

สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี***

Institute of Medicine, Suranaree University of Technology*

Suranaree University of Technology Hospital, Suranaree University of Technology**

Institute of Engineering, Suranaree University of Technology***

หมายเลขโทรศัพท์ 08-9891-2525, E-mail: pattama_t@sut.ac.th*

วันที่รับ 30 ก.ค. 2568; วันที่แก้ไข 31 ต.ค.2568; วันที่ตอบรับ 17 มี.ค. 2569

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้เป็นการพัฒนานวัตกรรมทางเทคโนโลยีการแพทย์ต้นแบบอุปกรณ์หูฟังแพทย์ทางไกลที่สามารถส่งข้อมูลเสียงแบบเรียลไทม์ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต การวิจัยนี้เป็นแบบกึ่งทดลองเปรียบเทียบประชากร 2 กลุ่ม โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของเครื่องตรวจฟังเสียงหัวใจและปอดระยะไกลที่มีระบบวิเคราะห์เสียงแบบเรียลไทม์ การเก็บข้อมูลจาก 2 กลุ่ม จำนวน 108 คน แบ่งเป็น กลุ่มตัวอย่าง 1 คือ บุคคลทั่วไปที่ไม่มีโรคประจำตัวทางระบบหัวใจและหลอดเลือด อายุ 18 ปีขึ้นไป จำนวน 73 คน กลุ่มตัวอย่าง 2 คือ ผู้ป่วยที่มีอาการทางระบบหัวใจและหลอดเลือด ทางระบบทางเดินหายใจ

ที่มารักษาเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จำนวน 35 คน ตั้งแต่ 1 กุมภาพันธ์ 2567 ถึง 31 พฤษภาคม 2568 รวบรวมข้อมูลทั่วไปและผลการตรวจร่างกาย การฟังเสียงหัวใจและปอดที่ผนังทรวงอก 14 ตำแหน่ง

ผลการวิจัย พบว่า กลุ่มเสียงปกติ คืออาสาสมัครสุขภาพดีและเสียงหัวใจและปอดปกติ อายุเฉลี่ย 26.00 ± 8.15 ปี เป็นเพศชาย 98.6 % ค่าดัชนีมวลกาย 23.66 ± 7.53 กิโลกรัม/เมตร² ในกลุ่มที่กลุ่มโรคหัวใจและหลอดเลือด/โรคปอด อายุเฉลี่ย 68.83 ± 11.71 ปี เป็นเพศชาย 48.57% ค่าดัชนีมวลกาย 24.57 ± 2.99 กิโลกรัม/เมตร² ประสิทธิภาพของสัญญาณเสียงเป็นคุณภาพเสียง 3 ส่วน (ความชัดเจน ความดังและความถูกต้องของเสียงหัวใจ

และปอด) ทั้งในกลุ่มเสียงปกติและกลุ่มเสียงผิดปกติดีกว่าหูฟังมาตรฐาน และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มเสียงปกติและกลุ่มเสียงผิดปกติ ทั้ง 2 กลุ่ม คุณภาพของเสียงไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

คำสำคัญ : สัญญาณเสียง; ฟังเสียงแบบดิจิทัลไร้สายแบบเรียลไทม์; หูฟังมาตรฐาน

Abstract

This study aimed to develop a medical technology innovation, specifically a prototype telemedicine stethoscope capable of transmitting real-time audio signals via the internet. A quasi-experimental design was employed to compare two population groups, with the objective of evaluating the performance of a remote heart and lung auscultation device integrated with a real-time sound analysis system. Data were collected from 108 participants divided into two groups. Group 1 consisted of 73 healthy individuals aged 18 years and older with no history of cardiovascular disease. Group 2 included 35 patients with cardiovascular and/or respiratory conditions who were hospitalized at Suranaree University of Technology Hospital. Data collection was conducted between 1 February 2024 and 31 May 2025. General demographic characteristics and physical examination findings were obtained, including heart and lung auscultation at 14 chest wall positions.

The results showed that participants in the normal group were healthy volunteers with normal heart and lung sounds, with a mean age of 26.00 ± 8.15 years, 98.6% male, and a mean

body mass index (BMI) of 23.66 ± 7.53 kg/m². In the cardiovascular/respiratory disease group, the mean age was 68.83 ± 11.71 years, 48.57% male, with a mean BMI of 24.57 ± 2.99 kg/m². The performance of the audio signals, evaluated across three sound quality domains (clarity, loudness, and accuracy of heart and lung sounds), was superior to that of a standard stethoscope in both groups. When comparing the normal group and the group with abnormal sounds, no statistically significant difference in sound quality was observed.

Keywords : Audio Signals; Wireless Digital Stethoscope Real Time Transition; Standard Stethoscope

บทนำ

การแพทย์ทางไกล (telemedicine) หมายถึง การให้บริการด้านการวินิจฉัย การรักษา และการติดตามผู้ป่วยจากระยะไกลโดยอาศัยเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (information and communication technology: ICT) ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการลดความเหลื่อมล้ำด้านการเข้าถึงบริการสุขภาพ โดยเฉพาะในพื้นที่ห่างไกลและพื้นที่ที่มีข้อจำกัดด้านทรัพยากรบุคลากรทางการแพทย์ในช่วงทศวรรษที่ผ่านมาการแพทย์ทางไกลได้รับการพัฒนาอย่างรวดเร็วควบคู่ไปกับการพัฒนาอุปกรณ์ทางการแพทย์ที่ช่วยเพิ่มคุณภาพและความครบถ้วนของข้อมูลผู้ป่วยสำหรับการตัดสินใจทางคลินิก การตรวจร่างกาย โดยเฉพาะการฟังเสียงหัวใจและปอด เป็นองค์ประกอบพื้นฐานที่มีความสำคัญต่อการประเมินภาวะทางระบบหัวใจและระบบทางเดินหายใจ

อย่างไรก็ตาม การสื่อสารด้วยเสียงหรือภาพเพียงอย่างเดียวในระบบการแพทย์ทางไกลไม่สามารถทดแทนข้อมูลจากการตรวจร่างกายได้อย่างสมบูรณ์ ส่งผลให้มีความพยายามในการพัฒนาอุปกรณ์ที่สามารถถ่ายทอดเสียงหัวใจและปอดจากระยะไกลได้อย่างมีประสิทธิภาพ หนึ่งในเทคโนโลยีที่ได้รับความสนใจคือหูฟังแพทย์แบบดิจิทัลไร้สายที่สามารถส่งสัญญาณเสียงแบบเรียลไทม์ ซึ่งช่วยให้แพทย์สามารถเข้าถึงข้อมูลทางคลินิกที่มีความละเอียดและมีคุณค่าเพิ่มขึ้น หูฟังแพทย์แบบดิจิทัลไร้สายมีข้อได้เปรียบเหนือหูฟังแพทย์แบบดั้งเดิมหลายประการ ได้แก่ ความแม่นยำและความสามารถในการทำซ้ำของการตรวจการบันทึกและเล่นซ้ำข้อมูลเสียง การส่งต่อข้อมูลไปยังผู้เชี่ยวชาญจากระยะไกล และการติดตามผลในระยะยาว อุปกรณ์ดังกล่าวสามารถแปลงสัญญาณเสียงเป็นสัญญาณไฟฟ้าทำให้สามารถขยาย วิเคราะห์ ปรับแต่ง และจัดเก็บข้อมูลเสียงได้ ซึ่งเอื้อต่อการใช้งานทั้งในบริบทการแพทย์ทางไกล การตรวจรักษาแบบเผชิญหน้า และการเรียนการสอนทางการแพทย์ การฟังเสียงหัวใจและปอดเกี่ยวข้องกับช่วงความถี่ของเสียงที่หลากหลาย เสียงปอดปกติมักมีความถี่ต่ำ ขณะที่เสียงผิดปกติ เช่น เสียงแตก (crackle) เสียงหวีด (wheezing) และเสียงรอนคัส (rhonchi) จะมีลักษณะและช่วงความถี่แตกต่างกัน การแปลผลเสียงเหล่านี้จึงต้องอาศัยทั้งคุณภาพของสัญญาณเสียงและประสบการณ์ของแพทย์ แม้หูฟังแพทย์ดิจิทัลจะช่วยเพิ่มคุณภาพของสัญญาณเสียงได้ แต่การใช้งานจริงในสภาพแวดล้อมทางคลินิกยังเผชิญความท้าทาย โดยเฉพาะในผู้ป่วยที่มีภาวะอ้วน หรือในบริบทที่มีเสียงรบกวนสูง

จากการทบทวนวรรณกรรมที่ผ่านมา พบว่างานวิจัยส่วนใหญ่เกี่ยวกับหูฟังแพทย์ดิจิทัลและการฟังเสียงหัวใจและปอดจากระยะไกล มักดำเนินการในสภาพแวดล้อมที่ควบคุมได้หรือในประเทศที่มีโครงสร้างพื้นฐานด้านเทคโนโลยีที่พร้อม ขณะที่ข้อมูลเชิงประจักษ์เกี่ยวกับประสิทธิภาพของอุปกรณ์ต้นแบบหูฟังเสียงแบบดิจิทัลไร้สายแบบเรียลไทม์กับการใช้งานจริงในโรงพยาบาลของประเทศไทยยังมีจำกัด ดังนั้น การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินประสิทธิภาพของต้นแบบหูฟังเสียงแบบดิจิทัลไร้สายแบบเรียลไทม์ในการฟังเสียงหัวใจและปอดแบบเรียลไทม์ในบริบทการใช้งานจริงของโรงพยาบาล โดยเปรียบเทียบคุณภาพของสัญญาณเสียงในหลายมิติระหว่างกลุ่มเสียงปกติและกลุ่มที่มีความผิดปกติ ผลการศึกษานี้คาดว่าจะช่วยเติมเต็มช่องว่างขององค์ความรู้และสนับสนุนการพัฒนาและประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการแพทย์ทางไกลในระบบบริการสุขภาพอย่างมีประสิทธิภาพ

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของต้นแบบหูฟังเสียงแบบดิจิทัลไร้สายที่มีระบบวิเคราะห์เสียงแบบเรียลไทม์ในด้านคุณภาพและลักษณะของเสียง ความดัง ความชัด ความถูกต้องเมื่อเปรียบเทียบกับหูฟังมาตรฐาน

ขอบเขตการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยแบบกึ่งทดลองเปรียบเทียบประชากร 2 กลุ่ม

1. ขอบเขตด้านประชากรและกลุ่มตัวอย่างประชากร คือ กลุ่มบุคคลที่มีอายุ 18 ปีขึ้นไป

ไปกลุ่มตัวอย่างที่ 1 คือ อาสาสมัครสุขภาพดี ไม่มีโรคประจำตัวทางระบบหัวใจและหลอดเลือด อายุ 18 ปีขึ้นไป จำนวน 73 คน กลุ่มตัวอย่างที่ 2 คือ อาสาสมัครที่มีอาการทางระบบหัวใจและหลอดเลือด ทางระบบทางเดินหายใจ ที่มารักษาเป็นผู้ป่วยในโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จำนวน 35 คน

2. ขอบเขตด้านพื้นที่ศึกษา

เก็บข้อมูลในพื้นที่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

3. ขอบเขตด้านระยะเวลา

ตั้งแต่ 1 กุมภาพันธ์ 2567 ถึง 31 พฤษภาคม 2568

กรอบแนวคิดการวิจัย

การศึกษานี้ใช้กรอบแนวคิดของการวิจัยแบบ กึ่งทดลอง (quasi-experimental design) โดยไม่มีการสุ่มตัวอย่าง (non-randomized) เพื่อเปรียบเทียบผลลัพธ์ระหว่าง สองกลุ่มประชากรที่มีลักษณะแตกต่างกันตามสภาพจริงทางคลินิก ได้แก่กลุ่มบุคคลสุขภาพดีและกลุ่มผู้ป่วยที่มีความผิดปกติของระบบหัวใจและ/หรือระบบทางเดินหายใจ

1. ตัวแปรอิสระ (independent variable)

1.1 ประเภทของกลุ่มประชากร

1.2 กลุ่มเสี่ยงปกติ(อาสาสมัครสุขภาพดี)

1.3 กลุ่มที่มีความผิดปกติของระบบหัวใจและ/หรือระบบทางเดินหายใจ

2. ตัวแปรแทรกแซง / สิ่งทดสอบ (intervention / exposure)

2.1 การใช้งานต้นแบบหูฟังแพทย์ทางไกลแบบดิจิทัลไร้สาย

2.2 การส่งสัญญาณเสียงหัวใจและปอดแบบเรียลไทม์ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

2.3 การฟังเสียงที่ตำแหน่งผนังทรวงอกมาตรฐาน 14 ตำแหน่ง

2.4การใช้งานในสภาพแวดล้อมจริงของโรงพยาบาล

3. ตัวแปรตาม (dependent variables)

คุณภาพของสัญญาณเสียงหัวใจและปอดประเมินใน 3 มิติ ได้แก่

1. ความชัดเจนของเสียง

2. ความดังของเสียง

3. ความถูกต้องของเสียงหัวใจและปอด

ผลการเปรียบเทียบ

1. ระหว่างต้นแบบหูฟังแพทย์ทางไกลกับหูฟังแพทย์แบบมาตรฐาน

2. ระหว่างกลุ่มเสี่ยงปกติและกลุ่มที่มีเสียงผิดปกติ

4. ตัวแปรควบคุม (control variables)

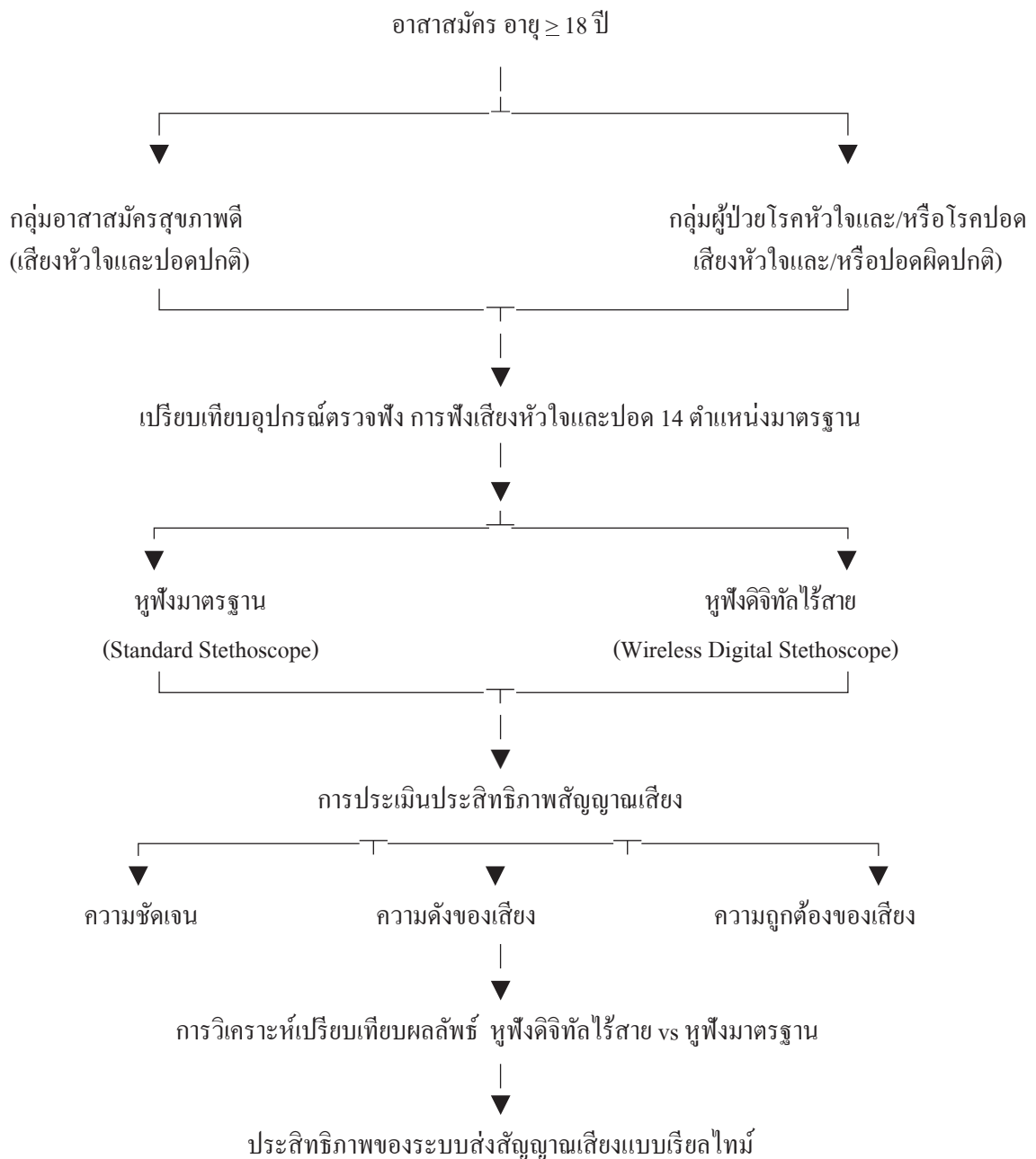
4.1 ตำแหน่งการฟังเสียง (14 ตำแหน่งเดียวกัน) ตามตำแหน่งของปอด 2 ข้างและเสียงหัวใจ

4.2 ขั้นตอนและวิธีการฟังเสียง ฟังเสียงหัวใจและปอดต่อ(แพทย์ 1 คน ต่ออาสาสมัคร 1 คน)

4.3 ผู้ประเมินเป็นแพทย์และเกณฑ์การประเมินคุณภาพเสียงใช้เสียงเทียบกับเสียงจากหูฟังมาตรฐาน

4.4 ระยะเวลาและอุปกรณ์ที่ใช้ในการบันทึกและส่งสัญญาณเสียง

กรอบแนวคิดการวิจัย



ภาพ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัย

กลุ่มที่ 1 อาสาสมัครสุขภาพดี จำนวน 73 คนเกณฑ์การคัดเข้า

1. อายุ 18 ปีขึ้นไป

เกณฑ์การคัดออก

2. มีข้อมูลไม่ครบถ้วน

กลุ่มที่ 2 อาสาสมัครที่มีโรคทางระบบหัวใจ และหลอดเลือด หรือ โรคทางเดินหายใจ จำนวน 35 คน เกณฑ์การคัดเข้า ได้แก่ (1) อายุ 18 ปีขึ้นไป (2) ภาวะเสี่ยงโรคผิดปกติ ปอดอักเสบ หอบหืด ถุงลมโป่งพอง (3) ภาวะเสี่ยงโรคผิดปกติจากหัวใจ น้ำท่วมปอด (4) นอนโรงพยาบาลได้รับการตรวจ และตรวจร่างกายมีการฟังเสียงหัวใจ และปอด เกณฑ์การคัดออก ได้แก่ (1) มีข้อมูลไม่ครบถ้วน (2) อาการไม่คงที่ ต้องได้รับการรักษาอย่างรวดเร็ว (3) สัญญาณชีพผิดปกติ ความดันโลหิต $<90/60$ mmHg ชีพจร >100 ครั้งต่อนาที หรือ <50 ครั้งต่อนาที หายใจมากกว่า 20 ครั้งต่อนาที (4) อาการรุนแรง ใส่ท่อช่วยหายใจ (5) โรคที่มีปัญหาด้านกล้ามเนื้ออ่อนแรง

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยนี้เก็บข้อมูลของอาสาสมัคร โดยใช้หูฟังเสียงแบบดิจิทัลไร้สายแบบเรียลไทม์ และหูฟังมาตรฐาน ที่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยี สุรนารี ตั้งแต่ 1 กุมภาพันธ์ 2567 ถึง 31 พฤษภาคม 2568

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

แบบบันทึกข้อมูล ประกอบด้วย 3 ส่วน คือ

1. ข้อมูลทั่วไป ได้แก่ อายุ เพศ

2. ข้อมูลการตรวจร่างกาย ได้แก่ น้ำหนัก ส่วนสูง การฟังเสียงปอด

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

1. ทีมผู้วิจัยเขียนโครงร่างวิจัยและยื่นขอรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์

2. หลังจากได้รับการรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ ผู้วิจัยทำหนังสือขอความอนุเคราะห์จากผู้อำนวยการ โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีเพื่อขอเก็บข้อมูล

3. หลังจากผู้วิจัยได้รับอนุญาตจากผู้อำนวยการ โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยี สุรนารี ให้เข้าเก็บข้อมูลวิจัยได้ ทีมผู้วิจัยจะขอความยินยอม และเก็บข้อมูลของอาสาสมัคร ที่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ตั้งแต่ 1 กุมภาพันธ์ 2567 ถึง 31 พฤษภาคม 2568 จำนวน 108 คน บันทึกข้อมูลลงในแบบบันทึกข้อมูล

4. ก่อนเข้าเก็บกับอาสาสมัคร ได้มีการเชิญแพทย์ 3 ท่าน ประชุมการณ์ในการรักษา > 5 ปี เพื่อมาเป็นผู้ทำการทดสอบทำการฝึกการใช้เครื่องมือ และทดสอบขั้นตอนการฟังเสียงและให้ข้อเสนอแนะกับทีมวิจัย

5. อาสาสมัครสุขภาพดี โดยประชาสัมพันธ์ และตรวจฟังเสียงปอดและหัวใจ ภายในห้องของโรงพยาบาลแต่ไม่ใช่หอผู้ป่วย

6. อาสาสมัครที่มีปัญหาทางปอดหรือหัวใจ ปอดอักเสบ น้ำท่วมปอด นำข้อมูลเสียงของผู้ป่วยที่นอนในโรงพยาบาลแปลผลร่วมกับการวินิจฉัยโรคและผลตรวจ CXR เพื่อประเมินความถูกต้องของการวินิจฉัย

7. การฟังเสียงปอดที่สมบูรณ์จะฟังครอบคลุมบริเวณหน้าอกและหลังทั้ง 2 ข้าง โดยทั่วไปมีประมาณ 10-14 ตำแหน่งขึ้นไป โดยทีมวิจัยใช้ 14 ตำแหน่ง โดยฟังตามโครงสร้างกลีบปอด (Lobes) เพื่อเปรียบเทียบเสียงซ้าย-ขวาอย่างเป็นระบบ (zigzag technique) ทั้งด้านหลังและด้านหน้าเพื่อตรวจจับเสียงผิดปกติได้อย่างครบถ้วน ในตำแหน่งด้านหน้าสามารถใช้ฟังร่วมกับเสียงหัวใจได้ ใช้เวลารวมทั้งหมดประมาณ 20 นาทีต่อคน

8. ใช้แพทย์ในการฟังเสียงโดยเทียบกับหูฟังมาตรฐานเป็น standard ในครั้งเดียวกัน โดยฟังจากหูฟังมาตรฐานก่อนและฟังด้วยหูฟังเสียงแบบดิจิทัลไร้สายแบบเรียลไทม์ พร้อมกับทีมเทคนิคทางวิศวกรรม (แพทย์ 1 คนต่ออาสาสมัคร 1 คน) โดยให้เป็นไปตามบริบทจริง (real world practice)

9. การให้คะแนนคุณภาพของเสียง ความดัง ความชัดเทียบหูฟังมาตรฐานเป็น 0 (ตัวเทียบ) กรณีดีกว่า คะแนนเท่ากับ 1 คะแนนดีที่สุดเท่ากับ 2 ส่วนกรณีแย่กว่าหูฟังมาตรฐาน คะแนนเท่ากับ -1 และคะแนนแย่กว่ามาก คะแนนเท่ากับ -2 เพื่อให้เป็นไปตามสิ่งที่แพทย์ฟังตามเวชปฏิบัติ

10. นำข้อมูลไปวิเคราะห์ทางสถิติ

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยมีการตรวจสอบความครบถ้วนของข้อมูล นำข้อมูลดังกล่าวมาลงรหัส พร้อมทั้งทำการตรวจข้อมูลซ้ำเพื่อป้องกันความผิดพลาดในการลงบันทึก จากนั้นวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป ดังนี้

วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ได้แก่ ข้อมูลทั่วไป

วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงวิเคราะห์ เปรียบเทียบความแตกต่างของประสิทธิภาพของการสัญญาณเสียง ในคุณภาพและลักษณะของเสียงปอด ด้วย independent t-test

การปกป้องสิทธิกลุ่มเป้าหมาย

การวิจัยนี้ได้รับการรับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี เลขที่ใบรับรอง COA 143/2566 ตั้งแต่วันที่ 5 เดือนมกราคม พ.ศ. 2567 ผู้วิจัยได้รับการอนุญาตจากผู้อำนวยการโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีให้เข้าเก็บข้อมูลจากผู้ป่วย โดยข้อมูลที่ได้อาจเก็บเป็นความลับโดยไม่เปิดเผยชื่อ สกุล การนำเสนอข้อมูลจะนำเสนอในภาพรวมเท่านั้น

ผลการศึกษา

จากข้อมูลการใช้หูฟังเสียงแบบดิจิทัลไร้สายแบบเรียลไทม์ที่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ตั้งแต่ 1 กุมภาพันธ์ 2567 ถึง 31 พฤษภาคม 2568 จำนวน 108 คน ผู้เข้าร่วมการศึกษาแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่มีเสียงหัวใจและปอดปกติ ($n = 73$) และกลุ่มที่มีเสียงหัวใจและปอดผิดปกติ ($n = 35$)

ตาราง 1 ข้อมูลพื้นฐานของผู้ที่ได้รับการตรวจด้วยหูฟังเสียงแบบดิจิทัลไร้สายแบบเรียลไทม์

ข้อมูลทั่วไป	กลุ่มเสียงปกติ ($n = 73$)	กลุ่มเสียงผิดปกติ ($n = 35$)	<i>p-value</i>
อายุ (ปี)	26.00 ± 8.15	68.83 ± 11.71	<0.001*
เพศ			
ชาย	72	17	
หญิง	1	18	
น้ำหนัก (กิโลกรัม)	67.80 ± 21.83	62.50 ± 11.21	0.386
ความสูง (เซนติเมตร)	170.20 ± 12.70	159.17 ± 9.48	0.025*
ดัชนีมวลกาย (กิโลกรัม/เมตร ²)	23.66 ± 7.53	24.57 ± 2.99	0.619

* ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ $p < 0.05$

พบว่ากลุ่มที่มีเสียงปกติมีอายุเฉลี่ยน้อยกว่ากลุ่มที่มีเสียงผิดปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (26.00 ± 8.15 ปี เทียบกับ 68.83 ± 11.71 ปี, $p < 0.001$) และมีสัดส่วนเพศชายสูงกว่าอย่างชัดเจน ในด้านข้อมูลทางกายภาพ พบว่าความสูงเฉลี่ยของกลุ่ม

เสียงปกติสูงกว่ากลุ่มเสียงผิดปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (170.20 ± 12.70 ซม. เทียบกับ 159.17 ± 9.48 ซม., $p = 0.025$) ขณะที่น้ำหนักตัวและดัชนีมวลกายไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระหว่างสองกลุ่ม ($p > 0.05$) ดังแสดงใน ตาราง 1

ตาราง 2 การประเมินเสียงของหูฟังเสียงแบบดิจิทัลไร้สายแบบเรียลไทม์เปรียบเทียบกับหูฟังมาตรฐาน

คุณภาพและลักษณะของเสียง	หูฟังมาตรฐาน (Standard=0)	กลุ่มเสียงปกติ (n = 73)	กลุ่มเสียงผิดปกติ (n = 35)	p-value
ความชัดเจน	0	1.67 ± 0.52	1.82 ± 0.39	0.411
ความดัง	0	1.83 ± 0.41	1.82 ± 0.40	0.931
ความถูกต้อง	0	1.83 ± 0.41	1.48 ± 0.71	0.255

* ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ $p < 0.05$

* เสียงเท่ากับมาตรฐาน = 0, เสียงดีกว่ามาตรฐาน = 1, เสียงด้อยที่สุด = 2

จากการประเมินคุณภาพเสียงของหูฟังเสียงแบบดิจิทัลไร้สายแบบเรียลไทม์โดยเปรียบเทียบกับหูฟังมาตรฐานซึ่งกำหนดเป็นค่าอ้างอิง (standard = 0) พบว่าหูฟังเสียงแบบดิจิทัลไร้สายแบบเรียลไทม์คะแนน ความชัดเจน ความดัง และความถูกต้องของเสียงสูงกว่าหูฟังมาตรฐานทั้งในกลุ่มเสียงปกติและกลุ่มเสียงผิดปกติ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มเสียงปกติและกลุ่มเสียงผิดปกติ ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในทุกพารามิเตอร์ ($p > 0.05$) แสดงให้เห็นว่าประสิทธิภาพของหูฟังเสียงแบบดิจิทัลไร้สายแบบเรียลไทม์มีความสม่ำเสมอ ไม่ขึ้นกับลักษณะของเสียงที่ได้ยิน ผลการศึกษานี้สะท้อนว่า หูฟังเสียงแบบดิจิทัลไร้สายแบบเรียลไทม์สามารถถ่ายทอดคุณภาพเสียงได้ดีและเชื่อถือได้ทั้งในสถานการณ์ที่เป็นเสียงปกติและเสียงผิดปกติ ซึ่งสนับสนุน

ศักยภาพของอุปกรณ์ดังกล่าวในการนำไปใช้ทางคลินิกและระบบ tele-auscultation ต่อไป

อภิปรายผล

ผลการศึกษาพบว่า แม้ว่ากลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มจะมีความแตกต่างด้านอายุอย่างชัดเจน โดยกลุ่มที่มีเสียงหัวใจและปอดผิดปกติมีอายุเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มเสียงปกติอย่างมาก (68.83 เทียบกับ 26.00 ปี) ซึ่งอาจส่งผลต่อการตรวจฟังเสียงจากความแตกต่างของความหนาผิวหนัง ชั้นไขมันใต้ผิวหนัง และโครงสร้างทรวงอก อย่างไรก็ตาม ผลการศึกษานี้ไม่พบความแตกต่างของคุณภาพเสียงระหว่างสองกลุ่ม ผลดังกล่าวอาจสะท้อนถึงศักยภาพของหูฟังเสียงแบบดิจิทัลไร้สายในการลดผลกระทบจากปัจจัยทางกายภาพดังกล่าวผ่านระบบขยายเสียงและการลดสัญญาณรบกวน

การประเมินความถูกต้องของเสียงผิดปกติอ้างอิงจากการตรวจร่างกายการวินิจฉัยทางคลินิก และผลการตรวจเอกซเรย์ทรวงอก โดยเฉพาะในกรณีภาวะน้ำท่วมปอด (congestive heart failure) และปอดอักเสบ (pneumonia) ซึ่งมีการฟังเสียงในตำแหน่งต่าง ๆ ของทรวงอก ผลการตรวจฟังเสียงปอดที่มีความผิดปกติ เช่น เสียง crepitation, wheezing และ rhonchi แสดงให้เห็นว่า หูฟังเสียงแบบดิจิทัลไร้สายแบบเรียลไทม์สามารถถ่ายทอดคุณภาพเสียงได้ดีกว่าหูฟังมาตรฐานอย่างชัดเจนทั้งในด้านความชัด ความดัง และความถูกต้อง นอกจากนี้จากการประเมินโดยแพทย์ผู้ใช้งาน พบว่าการตรวจฟังเสียงปอดใน 14 ตำแหน่งด้วยหูฟังเสียงแบบดิจิทัลไร้สายแบบเรียลไทม์ช่วยให้ได้ยินเสียงปอดชัดเจนมากขึ้น ซึ่งน่าจะเป็นผลจากระบบขยายเสียงที่มีประสิทธิภาพสูงกว่า อันเป็นข้อได้เปรียบสำคัญของการพัฒนาอุปกรณ์หูฟังแพทย์จากระบบอะนาล็อกสู่ระบบดิจิทัล และการที่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของคุณภาพเสียงระหว่างกลุ่ม อาจเกิดจากข้อจำกัดของการศึกษา ได้แก่ ขนาดตัวอย่างที่ค่อนข้างเล็ก โดยเฉพาะในกลุ่มที่มีเสียงผิดปกติ ซึ่งอาจจำกัดพลังทางสถิติในการตรวจจับความแตกต่างที่แท้จริง นอกจากนี้การประเมินคุณภาพเสียงอาศัยการให้คะแนนโดยแพทย์ ผู้ประเมิน ซึ่งอาจมีความแปรปรวนระหว่างผู้ประเมินแม้จะใช้เกณฑ์การประเมินเดียวกันก็ตาม

การศึกษาก่อนหน้านี้รายงานว่าหูฟังแบบดิจิทัลหรืออิเล็กทรอนิกส์มีคุณภาพเสียงใกล้เคียงหรือดีกว่าหูฟังมาตรฐาน^[6-9] อย่างไรก็ตาม ความไวและความจำเพาะของการตรวจฟังเสียงหัวใจยังต่ำกว่าเมื่อเทียบกับมาตรฐานการวินิจฉัย เช่น

echocardiography หรือ CT scan การตรวจฟังเสียงปอดเพื่อการวินิจฉัยที่แม่นยำยังคงต้องอาศัยทักษะและประสบการณ์ของแพทย์ โดยเฉพาะในกรณีที่เสียงผิดปกติหลายชนิดหรือหลายความถี่พร้อมกัน ซึ่งอาจลดความแม่นยำในการแปลผลได้

ในปัจจุบันการพัฒนาหูฟังดิจิทัลที่สามารถบันทึกและส่งต่อเสียงได้ รวมถึงการประยุกต์ใช้ปัญญาประดิษฐ์และอัลกอริทึมการเรียนรู้ของเครื่อง กำลังเข้ามามีบทบาทสำคัญในการเปลี่ยนแปลงแนวทางการตรวจฟังเสียงหัวใจและปอดในโรคต่าง ๆ เช่น ปอดอักเสบและโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง^[11-20] หูฟังเสียงแบบดิจิทัลไร้สายมีข้อได้เปรียบหลายประการ ได้แก่ ความสามารถในการขยายเสียงได้มากกว่าหูฟังมาตรฐานอย่างมีนัยสำคัญ ระบบลดเสียงรบกวน ความสามารถในการบันทึกและส่งสัญญาณแบบไร้สายซึ่งเอื้อต่อการใช้งานในระบบโทรเวชกรรมและการแพทย์ทางไกล แม้ว่าหูฟังเสียงแบบดิจิทัลไร้สายจะมีศักยภาพสูงในการเพิ่มคุณภาพการตรวจฟังและสนับสนุนการวินิจฉัยทางคลินิก แต่ยังคงมีความจำเป็นต้องมีการวิจัยและพัฒนาเพิ่มเติมเพื่อปรับปรุงความแม่นยำ ความสะดวกในการพกพา และความเหมาะสมต่อการใช้งานในสถานการณืทางคลินิกที่หลากหลายยิ่งขึ้นในอนาคต

ข้อจำกัดของการวิจัย

การศึกษานี้มีข้อจำกัดบางประการ ประการแรก การทดสอบระบบดำเนินการในสภาพแวดล้อมการทำงานจริงในโรงพยาบาล ซึ่งมีข้อจำกัดด้าน การดูแลผู้ป่วย ความปลอดภัย และการปฏิบัติตามระบบบริการทางคลินิก ทำให้ไม่สามารถควบคุมปัจจัยแวดล้อมได้อย่างสมบูรณ์

ทั้งนี้ โครงสร้างพื้นฐานและความเสถียรของระบบอินเทอร์เน็ตภายในโรงพยาบาลแตกต่างจากการทดสอบในห้องปฏิบัติการ ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพของการส่งสัญญาณและการประเมินคุณภาพเสียงแบบเรียลไทม์

ประการที่สอง การประเมินคุณภาพเสียงอาศัยการรับฟังและการให้คะแนนโดยแพทย์ผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งมีระดับประสบการณ์และความเชี่ยวชาญที่แตกต่างกัน ความแปรปรวนระหว่างผู้ประเมิน (inter-observer variability) อาจส่งผลกระทบต่อผลการประเมิน แม้ว่าจะมีการใช้เกณฑ์การประเมินเดียวกันก็ตาม

ข้อจำกัดดังกล่าวควรถูกนำมาพิจารณาในการแปลผลการศึกษา และชี้ให้เห็นถึงความจำเป็นในการศึกษาต่อเนื่องที่มีการควบคุมปัจจัยแวดล้อมที่เข้มงวดมากขึ้น รวมถึงการประเมินความสอดคล้องระหว่างผู้ประเมินในอนาคต

ข้อเสนอแนะ

การตรวจฟังเสียงหัวใจและเสียงปอดที่มีเสียงผิดปกติหลายชนิดเกิดขึ้นพร้อมกันในผู้ป่วยรายเดียว อาจทำให้เกิดความสับสนในการแปลผลและลดความแม่นยำของการวินิจฉัย โดยเฉพาะเมื่ออาศัยการรับฟังด้วยมนุษย์เพียงอย่างเดียว ดังนั้น การพัฒนาและประยุกต์ใช้ระบบการวิเคราะห์เสียงด้วยปัญญาประดิษฐ์ ร่วมกับอัลกอริทึมการเรียนรู้ของเครื่อง ซึ่งสามารถเรียนรู้รูปแบบเสียงจากข้อมูลจำนวนมาก อาจช่วยเพิ่มความแม่นยำและความสม่ำเสมอในการแยกแยะเสียงผิดปกติได้ การผสมผสานการทำงานของหูฟังเสียงแบบดิจิทัล ไร้สายแบบเรียลไทม์เข้ากับระบบวิเคราะห์อัตโนมัติ ไม่ได้มีเป้าหมายเพื่อทดแทน

การตัดสินใจของแพทย์โดยสิ้นเชิง แต่เพื่อทำหน้าที่เป็นเครื่องมือเสริม (decision support) ที่ช่วยสนับสนุนการวินิจฉัย โดยเฉพาะในสถานการณ์ที่ผู้ใช้งานมีประสบการณ์จำกัด หรือในบริบทของการแพทย์ทางไกล ซึ่งอาจช่วยเพิ่มความปลอดภัยและคุณภาพของการดูแลผู้ป่วยในอนาคต

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ได้รับเงินอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม และกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (รหัสโครงการ NRIIS 195634) โครงการวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงได้จากการส่งเสริมสนับสนุนของโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี รวมถึงได้รับความร่วมมือร่วมใจจากทุกหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ทำให้เกิดผลสำเร็จและนำไปใช้ประโยชน์สำหรับพัฒนางานด้านระบบโทรเวชกรรมโรคหัวใจและหลอดเลือด ทีมผู้วิจัยจึงขอขอบคุณมา ณ ที่นี้

เอกสารอ้างอิง

- [1] McMehan C., So P., Li K.F., Jasechko G., Poulin M. Electronic Stethoscope for eHealth and Telemedicine. CMBES Proc 2010; 33.
- [2] Hailey D. Some successes and limitations with telehealth in Canada. J. Telemed. Telecare 2001; 7((Suppl. S2)): 73–5.
- [3] Poon Z., Tan N.C. A qualitative research study of primary care physicians' views of telehealth in delivering postnatal care to women. BMC Prim. Care 2022; 23 : 206.

- [4] Kwon H., An S., Lee H.-Y., Cha W.C., Kim S., Cho M., Kong H.-J. Review of Smart Hospital Services in Real Healthcare Environments. *Health Inform. Res* 2022; 28 : 3–15.
- [5] Seah JJ, Zhao J, Wang Y, Lee HP. Review on the Advancements of Stethoscope Types in Chest Auscultation. *Diagnostics* (Basel) 2023;13(9):1545.
- [6] Foche-Perez I, Ramirez-Payba R, Hirigoyen-Emparanza G, Balducci-Gonzalez F, Simo-Reigadas FJ, Seoane-Pascual J, et al. An open real-time tele-stethoscopy system. *Biomed Eng Online* 2012;11:57.
- [7] Kelmenson DA, Heath JK, Ball SA, Kaafarani HM, Baker EM, Yeh DD, et al. Prototype electronic stethoscope vs. conventional stethoscope for auscultation of heart sounds. *J Med Eng Technol* 2014;38:307–10.
- [8] Silverman B, Balk M. Digital stethoscope-improved auscultation at the bedside. *Am J Cardiol* 2019;123:984–5.
- [9] Koning C, Lock A. A systematic review and utilization study of digital stethoscopes for cardiopulmonary assessments. *J Med Res Innov* 2021; 5(40): 4–14.
- [10] Swarup S, Makaryus AN. Digital stethoscope: technology update. *Med Devices* (Auckl) 2018; 11 : 29–36.
- [11] Fernandez-Granero MA, Sanchez-Morillo D, Leon-Jimenez A. Computerised analysis of telemonitored respiratory sounds for predicting acute exacerbations of COPD. *Sensors* (Basel) 2015; 15 : 26978–96.
- [12] Altan G, Kutlu Y, Allahverdi N. Deep learning on computerized analysis of chronic obstructive pulmonary disease. *IEEE J Biomed Health Inform* 2020; 24: 1344–50.
- [13] Mondal A, Banerjee P, Tang H. A novel feature extraction technique for pulmonary sound analysis based on EMD. *Comput Methods Programs Biomed* 2018; 159 : 199–209.
- [14] Jung SY, Liao CH, Wu YS, Yuan SM, Sun CT. Efficiently classifying lung sounds through depthwise separable CNN models with fused STFT and MFCC features. *Diagnostics* (Basel) 2021; 11 : 732.
- [15] Meng F, Shi Y, Wang N, Cai M, Luo Z. Detection of respiratory sounds based on wavelet coefficients and machine learning. *IEEE Access* 2020; 8: 155710–20.
- [16] Gurung A, Scrafford CG, Tielsch JM, Levine OS, Checkley W. Computerized lung sound analysis as diagnostic aid for the detection of abnormal lung sounds: a systematic review and meta-analysis. *Respir Med* 2011;105: 1396–403.
- [17] Palaniappan R, Sundaraj K, Sundaraj S. Artificial intelligence techniques used in respiratory sound analysis: a systematic review. *Biomed Tech (Berl)* 2014; 59 : 7–18.
- [18] Grzywalski T, Piecuch M, Szajek M, Breborowicz A, Hafke-Dys H, Kocinski J, et al. Practical implementation of artificial intelligence algorithms in pulmonary

- auscultation examination. Eur J Pediatr 2019; 178 : 883–90.
- [19] Chamberlain D, Kodgule R, Ganelin D, Miglani V, Fletcher RR. Application of semi-supervised deep learning to lung sound analysis. Annu Int Conf IEEE Eng Med Biol Soc 2016; 2016 : 804–7.
- [20] Murphy RL, Vyshedskiy A, Power-Charnitsky VA, Bana DS, Marinelli PM, Wong-Tse A, et al. Automated lung sound analysis in patients with pneumonia. Respir Care 2004; 49 : 1490–7.