

# ประสิทธิผลของแอปพลิเคชันในสมาร์ทโฟนร่วมกับหูฟังประเภทไร้สาย เพื่อการบ่งชี้ผลการทดสอบสมรรถภาพการได้ยิน: กรณีศึกษาในพนักงาน ที่มารับบริการในโรงพยาบาลแห่งหนึ่งของจังหวัดชลบุรี

## Effectiveness of Smartphone-based Application with Wireless Earbuds as Result Indication of Audiometric Testing: Case Study Among Workers in a Hospital, Chonburi Province

สุรพัศ ศิวาวุธ<sup>1</sup> ธีรยุทธ เสงี่ยมศักดิ์<sup>2</sup> ศรีรัตน์ ล้อมพงษ์<sup>\*2</sup>

Suraphat Siwawut<sup>1</sup> Teerayut Sa-ngiamsak<sup>2</sup> Srirat Lormphongs<sup>\*2</sup>

<sup>1</sup>โรงพยาบาลสมเด็จพระบรมราชเทวี ณ ศรีราชา จังหวัดชลบุรี ประเทศไทย 20110

<sup>1</sup>Queen Savang Vadhana Memorial Hospital, Chonburi, Thailand 20110

<sup>2</sup>คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา จังหวัดชลบุรี ประเทศไทย 20131

<sup>2</sup>Faculty of Public Health, Burapha University, Chonburi, Thailand 20131

### บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลการทดสอบสมรรถภาพการได้ยินและประเมินความน่าเชื่อถือระหว่างการใช้แอปพลิเคชันในสมาร์ทโฟนร่วมกับหูฟังประเภทไร้สายและเครื่อง Audiometer กลุ่มตัวอย่าง 41 คน ถูกคัดเลือกเข้ามาทำแบบสอบถามซึ่งผ่านการตรวจสอบคุณภาพเรียบร้อยแล้วและทำการทดสอบสมรรถภาพการได้ยินที่ความถี่ 500-8,000 Hz วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา Paired t-test และ Intraclass correlation coefficient (ICC)

ผลการศึกษาพบว่าผลต่างของค่าเฉลี่ยระดับการได้ยินที่ได้จากการทดสอบโดยการใช้แอปพลิเคชันและเครื่อง Audiometer มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ในทุกความถี่ และระดับการได้ยินที่ได้จากการใช้แอปพลิเคชัน มีค่าต่ำกว่าระดับการได้ยินที่ได้จากการใช้เครื่อง Audiometer ในทุกความถี่ เมื่อประเมินความน่าเชื่อถือของแอปพลิเคชัน พบว่าความถี่ 500-2,000 Hz มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในชั้น (ICC) อยู่ในระดับสูง (ICC 0.61-0.87) ส่วนความถี่ 3,000-8,000 Hz มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อยู่ในระดับสูงมาก (ICC 0.90-0.95)

จากผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าแอปพลิเคชันร่วมกับหูฟังประเภทไร้สายมีความน่าเชื่อถือและให้ข้อมูลที่สอดคล้องไปในทิศทางเดียวกันกับเครื่อง Audiometer ในทุกความถี่ จึงอาจนำมาใช้เป็นทางเลือกในการทดสอบสมรรถภาพการได้ยินเบื้องต้นในพื้นที่ที่ห่างไกล ขาดแคลนเครื่องมือมาตรฐานได้

**คำสำคัญ:** แอปพลิเคชัน, สมาร์ทโฟน, หูฟังประเภทไร้สาย, การทดสอบสมรรถภาพการได้ยิน

Corresponding author: \*E-mail address: srirat@hotmail.com

วันที่รับ (received) 30 มี.ค. 2566 วันที่แก้ไข (revised) 5 มิ.ย. 2566 วันที่ตอบรับ (accepted) 19 มิ.ย. 2566

## Abstract

The purposes of this quasi-experimental research were to compare the hearing threshold of participants using a smartphone-based hearing test application with wireless earbuds with conventional audiogram and to determine the accuracy of a smartphone-based hearing test application with wireless earbuds with conventional audiometer. A total of 41 subjects were recruited and completed a questionnaire which had passed verify checked. Pure tone audiogram thresholds were measured from 500 Hz to 8000 Hz, while smartphone measurement was obtained with "Hearing Test" application. All data were analyzed using descriptive statistics, paired t-test and intraclass correlation coefficient (ICC). The statistical significance is determined at  $p < .01$ .

The result showed that there was significant difference between the average hearing threshold obtained on smartphone-based application and conventional audiometer for all frequencies. The results from smartphone-based application were significantly lower than the one determined by conventional audiometer for all frequencies. The results also revealed high positive correlation for the frequencies 500-2,000 Hz (ICC 0.61-0.87) and very high positive correlation for the frequencies 3,000-8,000 Hz (ICC 0.90-0.95).

In conclusion, the method of hearing test carried out on smartphone-based application with wireless earbuds demonstrates high compatibility with conventional audiometer, which may serve as an accurate and accessible approach to hearing evaluations, especially in settings where conventional audiometer is unavailable.

**Keywords:** Application, Smartphone, Wireless earbuds, Audiometric test

## บทนำ

สังคมไทยในปัจจุบันมีโรงงานอุตสาหกรรมหนักเกิดขึ้นมากมาย มีการนำเครื่องจักรมาใช้เป็นส่วนหนึ่งในกระบวนการผลิต ซึ่งเครื่องจักรเหล่านี้ล้วนเป็นแหล่งกำเนิดของเสียงดัง การทำงานสัมผัสเสียงดังเป็นระยะเวลาสามารถก่อให้เกิดผลกระทบต่อในด้านสุขภาพที่สำคัญคือการสูญเสียสมรรถภาพการได้ยินถาวรได้ โดยปัจจุบันจำนวนผู้ที่สูญเสียสมรรถภาพการได้ยินจากการสัมผัสเสียงดังมีมากกว่า 1,300 ล้านคนทั่วโลก<sup>1</sup> ส่วนข้อมูลจากกองโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อมมียอดผู้ป่วยที่ได้รับการวินิจฉัยว่า เป็นโรคประสาทหูเสื่อมจากการสัมผัสเสียงดังในประเทศไทยตั้งแต่ปี พ.ศ. 2557 ถึง พ.ศ. 2561 เฉลี่ย 39,486 คนต่อปี<sup>2</sup> ดังนั้นเพื่อเป็นการเฝ้าระวังการเกิดโรคประสาทหูเสื่อมจากการทำงานสัมผัสเสียงดัง กระทรวงแรงงานจึงได้ออกกฎหมายบังคับให้มีการเฝ้าระวังการได้ยินโดยให้ดำเนินการทดสอบสมรรถภาพการได้ยิน (Audiometric testing) ในผู้ที่ทำงานสัมผัสเสียงดังเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการทำงานแปดชั่วโมงตั้งแต่ 85 เดซิเบลเอขึ้นไป<sup>3</sup> อย่างไรก็ตาม

การศึกษาในปัจจุบันพบว่าผู้ที่ทำงานสัมผัสเสียงดังมากกว่า 80 เดซิเบลเอขึ้นไปและมีการสัมผัสสารเคมีที่มีผลต่อเซลล์ประสาทของหูรวมด้วยจะมีโอกาสเกิดโรคประสาทหูเสื่อมได้เช่นกัน<sup>4</sup> บางองค์กรในต่างประเทศจึงมีคำแนะนำให้มีการทดสอบสมรรถภาพการได้ยินเพื่อเฝ้าระวังการเกิดโรคประสาทหูเสื่อมจากการทำงานในกลุ่มผู้ปฏิบัติงานเหล่านี้ด้วย<sup>5,6,7,8</sup>

การทดสอบสมรรถภาพการได้ยินตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม<sup>8</sup> เป็นวัดระดับการได้ยิน (Hearing threshold) ทางอากาศด้วยเสียงบริสุทธิ์ (Pure tone air conduction) ที่ความถี่ต่างๆ โดยการใช้เครื่อง Audiometer ซึ่งองค์ประกอบสำคัญของการจัดการทดสอบสมรรถภาพการได้ยิน ได้แก่ ห้องทดสอบที่มีระดับเสียงรบกวน ไม่เกินมาตรฐานหน่วยงานด้านความปลอดภัยและอาชีวอนามัยในการทำงานของกระทรวงแรงงาน ประเทศสหรัฐอเมริกา (OSHA) เครื่อง Audiometer ที่เป็นไปตามมาตรฐาน ANSI/ASA S3.6 และผู้ทำการทดสอบต้องเป็นนักโสตสัมผัสวิทยาหรือเป็นผู้ที่ผ่านการฝึกอบรมหลักสูตรที่ได้รับการรับรองโดยหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง อย่างไรก็ตามเครื่อง Audiometer

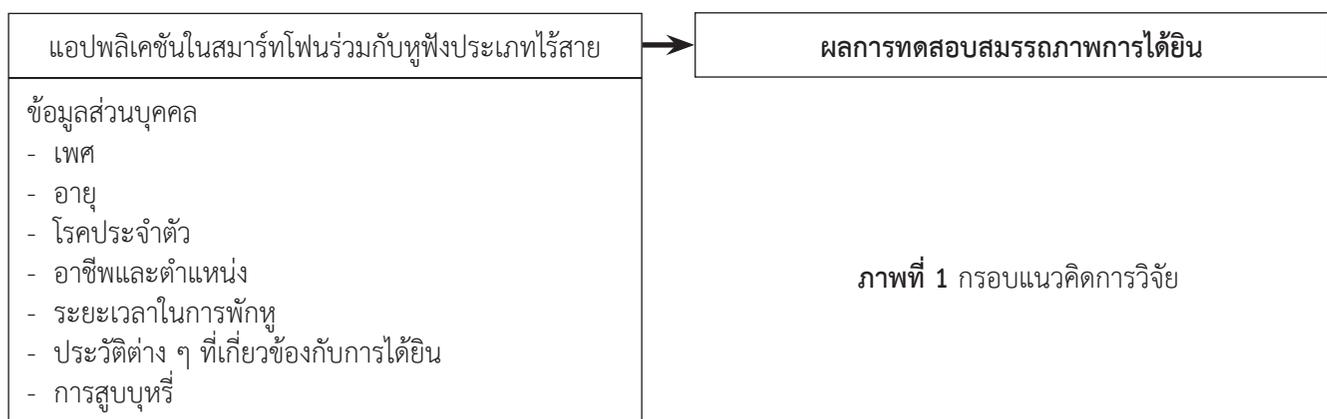
ยังมีราคาค่อนข้างสูงและมีอยู่ในสถานประกอบกิจการหรือโรงพยาบาลเพียงบางแห่งเท่านั้น<sup>10</sup> ประกอบกับพนักงานยังมีอุปสรรคในเรื่องต่าง ๆ เช่น ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการเดินทาง ระยะเวลาในการเดินทางหรือการรอคิว และความเสี่ยงในการติดเชื้อโรคจากโรงพยาบาล เป็นต้น ดังนั้นการทดสอบสมรรถภาพการได้ยินด้วยเครื่อง Audiometer ที่โรงพยาบาลนั้นจึงอาจทำให้เกิดความยุ่งยากขึ้นได้

ปัจจุบันเทคโนโลยีสมาร์ทโฟนได้พัฒนาขึ้นอย่างมาก ราคาไม่แพง สามารถเข้าถึงได้โดยเฉพาะคนวัยทำงาน นอกจากนี้ประโยชน์ในด้านการสื่อสารแล้ว สมาร์ทโฟนยังมีแอปพลิเคชันที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในงานอาชีพอนามัยได้ หนึ่งในนั้นคือแอปพลิเคชันที่มีฟังก์ชันการทดสอบสมรรถภาพการได้ยินที่คล้ายคลึงกับเครื่อง Audiometer ทั้งในเรื่องการสอบเทียบ (Calibration) และจำนวนความถี่ของเสียงที่ใช้ในการทดสอบ ซึ่งการศึกษาที่ผ่านมาในเรื่องของประสิทธิภาพของแอปพลิเคชันเหล่านี้ ให้ผลการทดสอบที่ใกล้เคียงกับเครื่อง Audiometer ในช่วงเสียงที่มีความถี่สูง<sup>11,12,13</sup> อย่างไรก็ตาม การศึกษาส่วนใหญ่ยังมีข้อจำกัดในหลายประเด็น ได้แก่ 1) ไม่มีการควบคุมเรื่องเสียงรบกวนรอบข้างในระหว่างการทดสอบสมรรถภาพการได้ยินโดยใช้แอปพลิเคชัน ในขณะที่ใช้เครื่อง Audiometer มีการควบคุมเรื่องเสียงรบกวนรอบข้าง<sup>14,15,16,17</sup> 2) การทดสอบแอปพลิเคชันดำเนินการโดยผู้เข้ารับการทดสอบเอง (Self-test) ในขณะที่การทดสอบด้วยเครื่อง Audiometer ดำเนินการโดยผู้ทดสอบซึ่งเป็นผู้อื่น ดังนั้นอาจมีความคลาดเคลื่อนในเรื่องวิธีการและขั้นตอนการทดสอบ และอาจมีอคติขณะทำการทดสอบสมรรถภาพการได้ยินเมื่อมีการใช้แอปพลิเคชันได้<sup>14,17</sup> 3) ไม่มีการกล่าวถึงฟังก์ชันการสอบเทียบ (Calibration) ของแอปพลิเคชัน<sup>17</sup>

### กรอบแนวคิดในการวิจัย

#### ตัวแปรต้น

#### ตัวแปรตาม



ด้วยเหตุผลข้างต้นนี้ ผู้วิจัยจึงได้ตระหนักถึงปัญหาในเรื่องของโรคประสาทหูเสื่อมจากการทำงานสัมผัสเสียงดัง โดยเฉพาะในกลุ่มพนักงานที่มีการสัมผัสเสียงดังไม่เกินเกณฑ์ที่กฎหมายกำหนดและมีการสัมผัสสารเคมีที่มีผลต่อเซลล์ประสาทของหูร่วมด้วย ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะทดสอบประสิทธิภาพของการใช้แอปพลิเคชันในสมาร์ทโฟนร่วมกับหูฟังประเภทไร้สาย เพื่อการบ่งชี้ผลการทดสอบสมรรถภาพการได้ยินเปรียบเทียบกับเครื่อง Audiometer โดยมีการควบคุมปัจจัยที่ส่งผลต่อการทดสอบสมรรถภาพการได้ยิน ได้แก่ การควบคุมเสียงรบกวนรอบข้าง ขั้นตอนและวิธีการทดสอบรวมถึงการสอบเทียบ (Calibration)

### วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อทดสอบและเปรียบเทียบผลการทดสอบสมรรถภาพการได้ยินโดยใช้แอปพลิเคชันในสมาร์ทโฟนร่วมกับหูฟังประเภทไร้สายกับเครื่อง Audiometer ในพนักงานที่มาเข้ารับบริการทดสอบสมรรถภาพการได้ยินที่โรงพยาบาลแห่งหนึ่งของจังหวัดชลบุรี รวมถึงเพื่อการประเมินความน่าเชื่อถือของการทดสอบสมรรถภาพการได้ยินโดยใช้แอปพลิเคชันในสมาร์ทโฟนร่วมกับหูฟังประเภทไร้สาย โดยเทียบกับเครื่อง Audiometer

### สมมติฐานของการวิจัย

ผลการทดสอบสมรรถภาพการได้ยินโดยใช้แอปพลิเคชันในสมาร์ทโฟนร่วมกับหูฟังประเภทไร้สายได้ผลใกล้เคียงกับผลการทดสอบสมรรถภาพการได้ยินโดยใช้เครื่อง Audiometer

ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

## วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ใช้วิธีกึ่งทดลองแบบ 1 กลุ่ม (Quasi-experimental study: one group) ทำการศึกษาในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ ถึง มีนาคม พ.ศ.2566

ประชากรคือ พนักงานทุกคนที่มาเข้ารับบริการทดสอบสมรรถภาพการได้ยินก่อนเข้าทำงาน (Preplacement examination) โรงพยาบาลแห่งหนึ่งของจังหวัดชลบุรี ในช่วงเวลาเดือนกุมภาพันธ์ถึงมีนาคม พ.ศ. 2566 รวมระยะเวลา 4 สัปดาห์ ผู้วิจัยได้กำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างโดยการสุ่มตัวอย่างแบบไม่ทราบจำนวนประชากรที่แน่นอน<sup>19</sup> ได้จำนวนกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 82 หู หรือ 41 คน โดยที่กลุ่มตัวอย่างได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบมีระบบ (Systematic random sampling) กล่าวคือนำจำนวนเฉลี่ยของประชากรใน 4 สัปดาห์ (80 คน) หารด้วยจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่คำนวณได้ (41 คน) เท่ากับ 2 คน ทำการสุ่มระหว่างคนที่ 1 กับคนที่ 2 ด้วยวิธีการจับฉลากเมื่อได้ลำดับใด คนนั้นจะเป็นกลุ่มตัวอย่างของการศึกษากลุ่มตัวอย่างคนต่อไปคือลำดับที่สุ่มได้บวก 2 ไปเรื่อย ๆ จนครบ 41 คน โดยมีเกณฑ์คัดเลือกเข้าการศึกษา (Inclusion criteria) คือ 1. มีสัญชาติไทย และมีอายุตั้งแต่ 18 ปีขึ้นไป 2. เข้ารับการทดสอบสมรรถภาพการได้ยินก่อนเข้าทำงาน (Preplacement examination) 3. ยินยอมเข้าร่วมงานวิจัยครั้งนี้ และเกณฑ์คัดออก (Exclusion criteria) คือไม่เต็มใจการเข้าร่วมตลอดกระบวนการวิจัย

## เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แบบสอบถามข้อมูลส่วนบุคคล ประกอบด้วยข้อความแบบปลายปิดและปลายเปิด รวม 7 ข้อ ได้แก่ เพศ อายุ โรคประจำตัว อาชีพและตำแหน่ง ระยะเวลาในการพักหูประวัติต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการได้ยินและการสูบบุหรี่ โดยแบบสอบถามนี้ได้ผ่านการตรวจสอบและแก้ไขจากผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่านเป็นที่เรียบร้อยแล้วและได้นำมาหาค่าตรงกันความสอดคล้อง Index of Item Objective Congruence (IOC) ระหว่างข้อความ ซึ่งพบว่า ทุกข้อในแบบสอบถามมีค่าอยู่ระหว่าง 0.67 - 1 แสดงว่าข้อความหรือประเด็นที่จะทำการรวบรวมข้อมูลมีความตรง

2. เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบสมรรถภาพการได้ยินประกอบด้วย

2.1 เครื่อง Audiometer รุ่น Madsen Xeta ซึ่งผ่านมาตรฐาน ANSI S3.6 และผ่านการสอบเทียบ

(Calibration) เป็นที่เรียบร้อยแล้ว

2.2 แอปพลิเคชัน Hearing Test version 2.1 ในสมาร์ทโฟน Samsung Galaxy S20 Ultra ซึ่งผ่านการสอบเทียบ (Calibration) เป็นที่เรียบร้อยแล้วโดยผู้ที่มีอายุ 18-35 ปี ที่ทราบอยู่แล้วว่ามีระดับการได้ยินปกติ

2.3 หูฟังประเภทไร้สาย ยี่ห้อ FIIL รุ่น CC Pro ที่มีฟังก์ชันตัดเสียงรบกวนจากภายนอก (Active Noise Cancelling; ANC)

2.4 ห้องทดสอบสมรรถภาพการได้ยินขนาดกว้าง 1.5 เมตร ยาว 2 เมตร สูง 2 เมตร ซึ่งมีการควบคุมเสียงรบกวนรอบข้างให้เป็นไปตามกระทรวงอุตสาหกรรม และ Occupational Safety and Health Administration เรียบร้อยแล้ว

2.5 แบบบันทึกผลการทดสอบสมรรถภาพการได้ยิน

## การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยทำการเก็บข้อมูลโดยการอธิบายให้กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยเข้าใจถึงจุดประสงค์ ขั้นตอนและวิธีการทดสอบสมรรถภาพการได้ยิน จากนั้นผู้วิจัยได้สอบถามข้อมูลส่วนบุคคล และดำเนินการทดสอบสมรรถภาพการได้ยินโดยมีขั้นตอนดังนี้

1. เชิญกลุ่มตัวอย่างเข้าไปภายในห้องทดสอบการได้ยิน ให้ผู้เข้ารับการทดสอบนั่งหันข้างให้และไม่สามารถมองเห็นการเคลื่อนไหวของผู้วิจัยได้

2. ทำการทดสอบสมรรถภาพการได้ยินของหูทั้งสองข้างโดยใช้เครื่อง Audiometer ก่อน

3. ปลดปล่อยสัญญาณเสียงบริสุทธิ์ที่ความถี่ 500-8,000 Hz และทำการหารระดับเสียงต่ำสุดที่ได้ยิน (Hearing threshold level) ในแต่ละความถี่และบันทึกผลลงในแบบบันทึก

4. หลังจากทำการทดสอบโดยการใช้เครื่อง Audiometer เสร็จเรียบร้อยแล้ว ให้เปลี่ยนมาทำการทดสอบโดยการใช้แอปพลิเคชันร่วมกับหูฟังประเภทไร้สาย โดยให้ผู้เข้ารับการทดสอบนั่งตำแหน่งเดิม ใส่หูฟังประเภทไร้สายให้เรียบร้อยแล้ว

5. ทำการทดสอบโดยใช้แอปพลิเคชันร่วมกับหูฟังประเภทไร้สาย วิธีการและขั้นตอนของการทดสอบให้เป็นไปในแนวทางเดียวกันกับการทดสอบโดยใช้เครื่อง Audiometer พร้อมบันทึกผลในแบบบันทึก

### การพิทักษ์สิทธิ์ของกลุ่มตัวอย่าง

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ก่อนทำการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้ยื่นการขอพิจารณาจริยธรรมการวิจัยจากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ทั้งหมด 2 แห่ง ได้แก่ โรงพยาบาลแห่งหนึ่งของจังหวัดชลบุรี เมื่อวันที่ 3 มกราคม พ.ศ. 2566 รหัสโครงการ 045/65 และมหาวิทยาลัยบูรพา เมื่อวันที่ 17 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2566 รหัสโครงการ G-HS107/2565 และได้ชี้แจงวัตถุประสงค์ของการวิจัย ขั้นตอนการเก็บข้อมูล ระยะเวลาในการเก็บรวบรวมข้อมูล และอธิบายให้กลุ่มตัวอย่าง เข้าใจถึงการพิทักษ์สิทธิ์ของกลุ่มตัวอย่างโดยเคารพสิทธิส่วนบุคคลในการเข้าร่วมหรือการถอนตัวในระหว่างงานวิจัยของกลุ่มตัวอย่าง รวมถึงมีการขอความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษร

### การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากการเก็บข้อมูลวิจัยมา วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติดังนี้

1. สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ จำนวน ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเพื่ออธิบายลักษณะของข้อมูล เกี่ยวกับข้อมูลส่วนบุคคล และผลการทดสอบสมรรถภาพ

ตารางที่ 1 ผลการเปรียบเทียบผลต่างของค่าเฉลี่ยระดับการได้ยินที่ได้จากการทดสอบโดยใช้แอปพลิเคชันในสมาร์ทโฟนร่วมกับหูฟังประเภทไร้สายกับเครื่อง Audiometer โดยจำแนกในแต่ละความถี่ของหูข้างขวา

ความถี่ (Hz)	ค่าเฉลี่ยระดับการได้ยิน		ผลต่างของค่าเฉลี่ยระดับการได้ยิน (dB) (95%CI)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	p-value
	ของหูข้างขวา (dB) (n = 41)	แอปพลิเคชัน Audiometer			
500	13.66	16.46	2.80 (1.15-4.46)	5.25	<.001
1,000	13.90	18.05	4.15 (3.09-5.20)	3.34	<.001
2,000	14.39	18.17	3.78 (2.42-5.14)	4.30	<.001
3,000	18.41	22.56	4.15 (2.57-5.72)	4.99	<.001
4,000	20.85	25.49	4.64 (3.04-6.23)	5.05	<.001
6,000	18.29	23.05	4.76 (3.18-6.33)	4.99	<.001
8,000	13.41	17.32	3.91 (2.34-5.46)	4.94	<.001

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระดับการได้ยินในความถี่ต่างๆของหูข้างขวา: พบว่าค่าเฉลี่ยของระดับการได้ยินที่ได้จากการทดสอบโดยใช้แอปพลิเคชันในสมาร์ทโฟนร่วมกับหูฟังประเภทไร้สายมีค่าต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของระดับการได้ยินที่ได้จากการทดสอบโดยใช้เครื่อง Audiometer ในทุกความถี่และ

การได้ยินของการใช้แอปพลิเคชันในสมาร์ทโฟนร่วมกับหูฟังประเภทไร้สายและการใช้เครื่อง Audiometer

2. สถิติเชิงอนุมาน ได้แก่ Paired t-test ในการเปรียบเทียบค่าระดับการได้ยินในแต่ละความถี่และ Intraclass correlation เพื่อประเมินความน่าเชื่อถือของการทดสอบสมรรถภาพการได้ยินในแต่ละความถี่ที่ได้จากการใช้แอปพลิเคชันในสมาร์ทโฟนร่วมกับหูฟังประเภทไร้สาย โดยเทียบกับเครื่อง Audiometer

### ผลการวิจัย

ลักษณะข้อมูลส่วนบุคคล: พบว่ากลุ่มตัวอย่างจำนวน 41 คน ส่วนใหญ่เป็นเพศชาย ร้อยละ 73.17 อายุเฉลี่ย 31.10 ปี ไม่มีโรคประจำตัว ร้อยละ 75.61 มีโรคประจำตัว ร้อยละ 24.39 กลุ่มตัวอย่างทั้งหมดมีการพักผ่อนก่อนทำการทดสอบอย่างน้อย 14 ชั่วโมง ร้อยละ 100.00 มีประวัติที่เกี่ยวข้องกับการได้ยินในอดีต เช่น การเจ็บป่วยจากโรคหูน้ำหนวก การประกอบอาชีพที่มีเสียงดัง เป็นต้น ร้อยละ 9.76 กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ไม่มีประวัติสูบบุหรี่ ร้อยละ 48.78

เมื่อเปรียบเทียบผลต่างของค่าเฉลี่ยระดับการได้ยินที่ได้จากการทดสอบโดยใช้แอปพลิเคชันในสมาร์ทโฟนร่วมกับหูฟังประเภทไร้สายกับการใช้เครื่อง Audiometer โดยจำแนกในแต่ละความถี่ของหูข้างขวา พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 [ $p < .001$  และ  $p < .001$ ] ตามลำดับ

**ตารางที่ 2** ผลการเปรียบเทียบผลต่างของค่าเฉลี่ยระดับการได้ยินที่ได้จากการทดสอบโดยใช้แอปพลิเคชันในสมาร์ทโฟนร่วมกับหูฟังประเภทไร้สายกับเครื่อง Audiometer โดยจำแนกในแต่ละความถี่ของหูข้างซ้าย

ความถี่ (Hz)	ค่าเฉลี่ยระดับการได้ยินของหูข้างซ้าย (dB) (n = 41)		ผลต่างของค่าเฉลี่ยระดับการได้ยิน (dB) (95%CI)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	p-value
	แอปพลิเคชัน	Audiometer			
500	14.51	17.80	3.29 (2.09-4.50)	3.81	<.001
1,000	14.27	18.29	4.02 (2.74-5.31)	4.07	<.001
2,000	14.76	18.66	3.90 (2.76-5.05)	3.63	<.001
3,000	19.02	22.80	3.78 (2.38-5.72)	4.44	<.001
4,000	21.71	24.88	3.17 (3.04-6.23)	4.97	<.001
6,000	18.41	24.63	6.22 (3.18-6.33)	5.79	<.001
8,000	12.68	17.07	4.39 (2.34-5.46)	4.90	<.001

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระดับการได้ยินในความถี่ต่างๆของหูข้างซ้าย: พบว่าค่าเฉลี่ยของระดับการได้ยินที่ได้จากการทดสอบโดยใช้แอปพลิเคชันในสมาร์ทโฟนร่วมกับหูฟังประเภทไร้สายมีค่าต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของระดับการได้ยินที่ได้จากการทดสอบโดยใช้เครื่อง Audiometer ในทุกความถี่และเมื่อเปรียบเทียบผลต่างของค่าเฉลี่ยระดับการได้ยินที่ได้จากการทดสอบโดยใช้แอปพลิเคชันในสมาร์ทโฟนร่วมกับหูฟังประเภทไร้สายกับการใช้เครื่อง Audiometer โดยจำแนกในแต่ละความถี่ของหูข้างซ้าย พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 [ $p < .001$  และ  $p < .001$ ] ตามลำดับ

**ตารางที่ 3** แสดงความน่าเชื่อถือของการทดสอบสมรรถภาพการได้ยินโดยใช้แอปพลิเคชันในสมาร์ทโฟนร่วมกับหูฟังประเภทไร้สาย โดยเทียบกับเครื่อง Audiometer ของหูข้างขวา หูข้างซ้าย และหูทั้งสองข้าง

ความถี่ (Hz)	Intraclass Correlation* (95%CI)		
	หูข้างขวา (n = 82)	หูข้างซ้าย (n = 82)	หูทั้งสองข้าง (n = 164)
500	0.61 (0.37-0.77)	0.80 (0.67-0.89)	0.71 (0.59-0.80)
1,000	0.85 (0.74-0.92)	0.76 (0.59-0.86)	0.81 (0.71-0.87)
2,000	0.81 (0.67-0.89)	0.87 (0.77-0.93)	0.84 (0.77-0.89)
3,000	0.90 (0.82-0.94)	0.93 (0.88-0.96)	0.91 (0.87-0.95)
4,000	0.95 (0.92-0.97)	0.95 (0.90-0.97)	0.95 (0.92-0.97)
6,000	0.95 (0.90-0.97)	0.94 (0.88-0.97)	0.94 (0.91-0.96)
8,000	0.95 (0.91-0.97)	0.94 (0.90-0.97)	0.95 (0.92-0.97)

การประเมินความน่าเชื่อถือของการทดสอบสมรรถภาพการได้ยินโดยใช้แอปพลิเคชันในสมาร์ทโฟนร่วมกับหูฟังประเภทไร้สาย โดยเทียบกับเครื่อง Audiometer: พบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในชั้น (ICC) ของระดับการได้ยินของหูข้างขวาอยู่ในระดับสูงที่ความถี่ 500, 1,000 และ 2,000 Hz มีค่า 0.61, 0.85 และ 0.81 ตามลำดับ ส่วนความถี่ 3,000, 4,000, 6,000 และ 8,000 Hz มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อยู่ในระดับสูงมาก มีค่า 0.90, 0.95, 0.95 และ 0.95 ตามลำดับ

ส่วนหูข้างซ้าย พบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในชั้น (ICC) ของระดับการได้ยินของหูทั้งสองข้างอยู่ในระดับสูงที่ความถี่ 500, 1,000 และ 2,000 Hz มีค่า 0.80, 0.76 และ 0.87 ตามลำดับ ส่วนความถี่ 3,000, 4,000, 6,000 และ 8,000 Hz มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อยู่ในระดับสูงมากเช่นเดียวกัน โดยมีค่า 0.93, 0.95, 0.94 และ 0.94 ตามลำดับ

### การอภิปรายผลการวิจัย

จากผลการศึกษาวิจัยพบว่าผลการเปรียบเทียบของผลต่างของค่าเฉลี่ยระดับการได้ยินที่ได้จากการทดสอบโดยใช้แอปพลิเคชันในสมาร์ตโฟนร่วมกับหูฟังประเภทไร้สายกับการใช้เครื่อง Audiometer มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ( $p < .001$ ) ในทุกความถี่ ซึ่งสอดคล้องกับบางงานวิจัยซึ่งพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นเดียวกัน<sup>14</sup> นอกจากนี้ยังพบว่าระดับการได้ยินที่ได้จากการทดสอบโดยใช้แอปพลิเคชันร่วมกับหูฟังประเภทไร้สาย มีค่าต่ำกว่าระดับการได้ยินที่ได้จากการทดสอบโดยใช้เครื่อง Audiometer ในทุกๆ ความถี่ของทั้งหูข้างขวาและหูข้างซ้าย โดยผลต่างของค่าเฉลี่ยระดับการได้ยินอยู่ในช่วง 2.81-6.22 เดซิเบล ซึ่งเป็นค่าที่ใกล้เคียงกับงานวิจัยในอดีต<sup>11,20</sup>

อย่างไรก็ตามแม้ว่าผู้วิจัยได้ทำการควบคุมปัจจัยที่ส่งผลต่อการทดสอบสมรรถภาพการได้ยินแล้ว แต่ผลการวิจัยไม่สอดคล้องกับบางงานวิจัยที่ศึกษาถึงประสิทธิภาพของการใช้หูฟังประเภทไร้สายในการทดสอบสมรรถภาพการได้ยินโดยใช้เครื่อง Audiometer เทียบกับหูฟังประเภทมีสาย<sup>21</sup> โดยผลการศึกษาพบว่าระดับการได้ยินที่ได้จากการทดสอบโดยใช้หูฟังประเภทไร้สายมีค่ามากกว่าหูฟังประเภทมีสาย ซึ่งหูฟังประเภทไร้สายที่ใช้ในการศึกษานี้ไม่มีฟังก์ชันการตัดเสียงรบกวนจากภายนอก (ANC) ทั้งนี้อาจจะเป็นเพราะฟังก์ชันที่แตกต่างกันของหูฟังที่ใช้ในการทดสอบสมรรถภาพการได้ยินโดยใช้แอปพลิเคชันและเครื่อง Audiometer

สำหรับการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบโดยใช้หูฟังประเภทไร้สายที่มีฟังก์ชันการตัดเสียงรบกวนจากภายนอก (ANC) ส่วนหูฟังที่ใช้ในการทดสอบกับเครื่อง Audiometer ไม่มีฟังก์ชันการตัดเสียงรบกวนจากภายนอก (ANC) ดังนั้นขณะที่กลุ่มตัวอย่างที่ทำการทดสอบสมรรถภาพการได้ยินโดยใช้แอปพลิเคชันร่วมกับหูฟังประเภทไร้สายอาจมีเสียงรบกวนรอบข้างที่น้อยกว่าขณะที่ทำการทดสอบโดย

การใช้เครื่อง Audiometer ส่งผลให้ระดับการได้ยินที่ได้จากการทดสอบโดยใช้แอปพลิเคชันร่วมกับหูฟังประเภทไร้สายมีค่าเฉลี่ยที่ต่ำกว่าการใช้เครื่อง Audiometer ซึ่งทำให้เห็นว่าการวิจัยนี้ เมื่อใช้แอปพลิเคชันในสมาร์ตโฟนร่วมกับหูฟังประเภทไร้สายที่มีการตัดเสียงรบกวนจากภายนอกมีประสิทธิภาพที่ดีกว่าการใช้เครื่อง Audiometer

สำหรับการประเมินความน่าเชื่อถือของแอปพลิเคชันในสมาร์ตโฟนร่วมกับหูฟังประเภทไร้สายโดยเทียบกับการใช้เครื่อง Audiometer พบว่าในช่วงความถี่ 3,000-8,000 Hz มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในชั้น (ICC) ที่สูงกว่าช่วงความถี่ 500-2,000 Hz อาจเป็นไปได้ว่าเสียงรบกวนภายนอกห้องทดสอบสมรรถภาพการได้ยินเป็นเสียงที่มีความถี่ในช่วง 500-2,000 Hz ซึ่งสามารถปะปนได้บ้างในบางช่วงของการทดสอบ ประกอบกับฟังก์ชันที่แตกต่างกันของหูฟัง ทำให้ความน่าเชื่อถือของการทดสอบในช่วงความถี่เหล่านี้ลดลงบ้างแต่อย่างไรก็ตามค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในชั้น (ICC) ของทุกๆ ความถี่ยังคงอยู่ในระดับสูงถึงสูงมาก แสดงให้เห็นว่าการทดสอบสมรรถภาพการได้ยินโดยใช้แอปพลิเคชันร่วมกับหูฟังประเภทไร้สายมีความน่าเชื่อถือและให้ข้อมูลที่สอดคล้องไปในทิศทางเดียวกันในทุกๆ ความถี่ของหูทั้งสองข้าง

ดังนั้นการใช้แอปพลิเคชันร่วมกับหูฟังประเภทไร้สายนับว่ามีประโยชน์ในการนำมาใช้คัดกรองปัญหาหูเสื่อมจากการทำงานสัมผัสเสียงดัง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกลุ่มพนักงานในสถานประกอบการที่มีการสัมผัสเสียงดังไม่เกินเกณฑ์ที่กฎหมายกำหนดและมีการสัมผัสสารเคมีที่มีผลต่อเซลล์ประสาทของหูรวมด้วย รวมไปถึงในปัจจุบันแอปพลิเคชันและหูประเภทไร้สาย ทุกคนสามารถเข้าถึงได้ ต้นทุนไม่สูงมากนัก จึงอาจนำมาใช้เป็นทางเลือกในการทดสอบสมรรถภาพการได้ยินเบื้องต้น ในพื้นที่ที่ห่างไกล ขาดแคลนเครื่องมือมาตรฐานและขาดแคลนผู้เชี่ยวชาญในการใช้เครื่องมือมาตรฐานส่งผลให้อาจมีการตรวจพบความผิดปกติของการได้ยินได้อย่างรวดเร็ว ทำให้สามารถไปพบแพทย์เพื่อเข้ารับการรักษาและรักษาได้อย่างรวดเร็วและทันที่

### ข้อเสนอแนะที่ได้จากงานวิจัย

1. การทดสอบสมรรถภาพการได้ยินโดยใช้แอปพลิเคชันร่วมกับหูฟังประเภทไร้สายมีความน่าเชื่อถือและให้ข้อมูลที่สอดคล้องไปในทิศทางเดียวกัน
2. ในระดับองค์กร ผู้ที่เกี่ยวข้องสามารถนำ

แอปพลิเคชันและหูฟังประเภทไร้สายไปใช้คัดกรองปัญหาหูเสื่อมจากการทำงานสัมผัสเสียงดัง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกลุ่มพนักงานในสถานประกอบการที่มีการสัมผัสเสียงดังไม่เกินเกณฑ์ที่กฎหมายกำหนดและมีการสัมผัสสารเคมีที่มีผลต่อเซลล์ประสาทของหูร่วมด้วย

3. การใช้แอปพลิเคชันร่วมกับหูฟังประเภทไร้สายเป็นทางเลือกที่ดีและเหมาะสมในการทดสอบสมรรถภาพการได้ยินเบื้องต้น ในพื้นที่ที่ห่างไกล ขาดแคลนเครื่องมือมาตรฐาน และขาดแคลนผู้เชี่ยวชาญในการใช้เครื่องมือมาตรฐาน

### ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

ควรมีการศึกษาในเรื่องฟังก์ชันของหูฟังประเภทไร้สายที่มีผลต่อการทดสอบสมรรถภาพการได้ยิน เช่น ฟังก์ชันตัดเสียงรบกวนจากภายนอก (ANC) เป็นต้น

### References

1. Vos T, Flaxman AD, Naghavi M, Lozano R, Michaud C, Ezzati M, Shibuya K, Salomon JA, Abdalla S, Aboyans V, Abraham J. Years lived with disability (YLDs) for 1160 sequelae of 289 diseases and injuries 1990–2010: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010. *The lancet*. 2012; 380(9859): 2163-96.
2. Department of Disease Control, Ministry of Public Health. Occupational and Environment Diseases Report. n.p.: 2018.
3. Department of Labour Protection and Welfare, Ministry of Labour. Announcement of the Department of Labour Protection and Welfare on Criteria and method for the preparation of hearing conservation program in the workplace, 2018. *Government Gazette* Volume 135, Part 134d, dated 12th June 2018.
4. Mirza R, Kirchner DB, Dobie RA, Crawford J, ACOEM Task Force on Occupational Hearing Loss. Occupational noise-induced hearing loss. *Journal of occupational and environmental medicine*. 2018; 60(9): e498-501.
5. American Conference of Governmental Industrial Hygienists. The Documentation of The Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents Biological Exposure Indices; 2022.
6. Health and Safety Executive. Controlling Noise at Work: The Control of Noise at Work Regulations 2005; Guidance on Regulations. HSE Books; 2005.
7. Occupational Safety and Health Administration. Preventing hearing loss caused by chemical (ototoxicity) and noise exposure. n.p.: 2018.
8. Pannee Suwannasit, Thitima wonthong, Wanpen Songkham. Prevalence Rate and Factors Associated with Noise-induced Hearing Loss among Workers in Chumphon Khet Udomsakdi Hospital. *Journal of The Royal Thai Army Nurses*. 2022; 23(2): 208-17.
9. Ministry of Industry. Guidelines in Physical Examination for Chemical and Physical Occupational Health Risk Factors in Workplace, 2012. *Government Gazette* Volume 129, Part 105d, dated 4th July 2012.
10. Van Tonder J, Swanepoel DW, Mahomed-Asmail F, Myburgh H, Eikelboom RH. Automated smartphone threshold audiometry: validity and time efficiency. *Journal of the American Academy of Audiology*. 2017; 28(3): 200-8.
11. Kanyalack Kotchawong. The reliability of hearing test application in smartphone to evaluate for hearing screening in Ranong hospital. *Region 11 Medical Journal*. 2018; 32(2): 945-54.
12. Aremu SK. Evaluation of the hearing test pro application as a screening tool for hearing loss assessment. *Nigerian Medical Journal: Journal of the Nigeria Medical Association*. 2018; 59(5):55-8.

13. Peer S, Fagan JJ. Hearing loss in the developing world: evaluating the iPhone mobile device as a screening tool. *South African Medical Journal*. 2015; 105(1):35-9.
14. Abu-Ghanem S, Handzel O, Ness L, Ben-Artzi-Blima M, Fait-Ghelbendorf K, Himmelfarb M. Smartphone-based audiometric test for screening hearing loss in the elderly. *European archives of oto-rhino-laryngology*. 2016; 273(3):333-9.
15. Chu YC, Cheng YF, Lai YH, Tsao Y, Tu TY, Young ST, Chen TS, Chung YF, Lai F, Liao WH. A mobile phone-based approach for hearing screening of school-age children: cross-sectional validation study. *Journal of Medical Internet Research mHealth and uHealth*. 2019; 7(4): e12033.
16. Durgut O, Ekim B, Dikici O, Solmaz F, Ağırçöl B, Özbakan A. Evaluation of hearing thresholds by using a mobile application in children with otitis media with effusion. *Audiology and Neurotology*. 2020; 25(3): 120-4.
17. Livshitz L, Ghanayim R, Kraus C, Farah R, Even-Tov E, Avraham Y, Sharabi-Nov A, Gilbey P. Application-based hearing screening in the elderly population. *Annals of Otology, Rhinology & Laryngology*. 2017; 126(1): 36-41.
18. Chen CH, Lin HY, Wang MC, Chu YC, Chang CY, Huang CY, Cheng YF. Diagnostic accuracy of smartphone-based audiometry for hearing loss detection: meta-analysis. *JMIR mHealth and uHealth*. 2021; 9(9): e28378.
19. Rosner B. *Fundamentals of biostatistics*. 7<sup>th</sup> ed. Boston: Cengage learning; 2010.
20. Masalski M, Grysiński T, Kręcicki T. Hearing tests based on biologically calibrated mobile devices: comparison with pure-tone audiometry. *Journal of Medical Internet Research mHealth and uHealth*. 2018;6(1):e10.
21. Guo Z, Yu G, Zhou H, Wang X, Lu Y, Meng Q. Utilizing true wireless stereo earbuds in automated pure-tone audiometry. *Trends in Hearing*. 2021.