



ประสิทธิผลของแอปพลิเคชันในสมาร์ตโฟนร่วมกับหูฟังประเภทไร้สายเพื่อการบ่งชี้
ผลการทดสอบสมรรถภาพการได้ยิน: กรณีศึกษาในพนักงานที่มารับบริการ
ในโรงพยาบาลแห่งหนึ่งของจังหวัดชลบุรี

สุรพัศ ศิวาวุธ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย

คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

2566

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

ประสิทธิผลของแอปพลิเคชันในสมาร์ตโฟนร่วมกับหูฟังประเภทไร้สายเพื่อการบ่งชี้
ผลการทดสอบสมรรถภาพการได้ยิน: กรณีศึกษาในพนักงานที่มารับบริการ
ในโรงพยาบาลแห่งหนึ่งของจังหวัดชลบุรี

สุรพัศ ศีวาวุธ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย
คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
2566
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา



2182539773

BUU iThesis 64920477 thesis / recv: 07062566 13:39:31 / seq: 36

EFFECTIVENESS OF SMARTPHONE-BASED APPLICATION WITH WIRELESS
EARBUDS AS RESULT INDICATION OF AUDIOMETRIC TESTING: CASE STUDY
AMONG WORKERS IN A HOSPITAL, CHONBURI PROVINCE

SURAPHAT SIWAWUT

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF
THE REQUIREMENTS FOR MASTER DEGREE OF SCIENCE
IN OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY
FACULTY OF PUBLIC HEALTH
BURAPHA UNIVERSITY

2023

COPYRIGHT OF BURAPHA UNIVERSITY



2182539773

BUU iThesis 64920477 thesis / recv: 07062566 13:39:31 / seq: 36

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์และคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ได้พิจารณา
วิทยานิพนธ์ของ สุรพัศ ศีววูธ ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก

.....

(รองศาสตราจารย์ ดร.ศรีรัตน์ ล้อมพงศ์)

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธีรยุทธ เสงี่ยมศักดิ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....

ประธาน

(รองศาสตราจารย์ ดร.จิตรพรรณ ญาณักกติกพ)

.....

กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ศรีรัตน์ ล้อมพงศ์)

.....

กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธีรยุทธ เสงี่ยมศักดิ์)

.....

กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.นันทพร ภัทรพุทธ)

.....

คณบดีคณะสาธารณสุขศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ ดร.ยุวดี รอดจากภัย)

วันที่ 6 เดือน มิถุนายน พ.ศ. 2566

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการ
การศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย ของ
มหาวิทยาลัยบูรพา

.....

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร.วิทวัส แจงเอียด)

วันที่ 8 เดือน สิงหาคม พ.ศ. 2566

64920477: สาขาวิชา: อาชีวอนามัยและความปลอดภัย; วท.ม. (อาชีวอนามัยและความปลอดภัย)
 คำสำคัญ: แอปพลิเคชัน/ สมาร์ทโฟน/ หูฟังประเภทไร้สาย/ การทดสอบสมรรถภาพการได้ยิน
 สุรพัศ ศิวาธุ : ประสิทธิภาพของแอปพลิเคชันในสมาร์ทโฟนร่วมกับหูฟังประเภทไร้สาย
 เพื่อการบ่งชี้ ผลการทดสอบสมรรถภาพการได้ยิน: กรณีศึกษาในพนักงานที่มารับบริการ ในโรงพยาบาล
 แห่งหนึ่งของจังหวัดชลบุรี. (EFFECTIVENESS OF SMARTPHONE-BASED APPLICATION WITH
 WIRELESS EARBUDS AS RESULT INDICATION OF AUDIOMETRIC TESTING: CASE STUDY
 AMONG WORKERS IN A HOSPITAL, CHONBURI PROVINCE) คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์:
 ศิริรัตน์ ล้อมพงศ์, ธีรยุทธ เสงี่ยมศักดิ์ ปี พ.ศ. 2566.

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาแบบกึ่งทดลอง 1 กลุ่ม มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลการ
 ทดสอบสมรรถภาพการได้ยินและประเมินความน่าเชื่อถือระหว่างการใช้แอปพลิเคชันในสมาร์ทโฟน
 ร่วมกับหูฟังประเภทไร้สายและเครื่อง Audiometer กลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 41 คน ถูกคัดเลือกเข้ามาทำการ
 ทดสอบสมรรถภาพการได้ยินที่ความถี่ 500-8,000 Hz วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนาและสถิติเชิง
 อนุมาน ได้แก่ Paired t-test และ Intraclass Correlation Coefficient (ICC)

ผลการศึกษาพบว่าผลต่างของค่าเฉลี่ยระดับการได้ยินที่ได้จากการทดสอบโดยการใช้
 แอปพลิเคชันในสมาร์ทโฟนร่วมกับหูฟังประเภทไร้สายและเครื่อง Audiometer มีความแตกต่างกันอย่างมี
 นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ในทุกความถี่ และระดับการได้ยินที่ได้จากการใช้แอปพลิเคชัน มีค่าต่ำกว่า
 ระดับการได้ยินที่ได้จากการใช้เครื่อง Audiometer ในทุกความถี่ เมื่อประเมินความน่าเชื่อถือของ
 แอปพลิเคชัน 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)

จากผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าแอปพลิเคชันร่วมกับหูฟังประเภทไร้สายมีความน่าเชื่อถือ
 และให้ข้อมูลที่สอดคล้องไปในทิศทางเดียวกันกับเครื่อง Audiometer ในทุกความถี่ จึงสามารถนำมาใช้
 เป็นทางเลือกในการทดสอบสมรรถภาพการได้ยินเบื้องต้น ในพื้นที่ที่ห่างไกล ขาดแคลนเครื่องมือ
 มาตรฐานได้

64920477: MAJOR: OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY; M.Sc.

(OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY)

KEYWORDS: APPLICATION/ SMARTPHONE/ WIRELESS EARBUDS/ AUDIOMETRIC TESTING

SURAPHAT SIWAWUT : EFFECTIVENESS OF SMARTPHONE-BASED APPLICATION WITH WIRELESS EARBUDS AS RESULT INDICATION OF AUDIOMETRIC TESTING: CASE STUDY AMONG WORKERS IN A HOSPITAL, CHONBURI PROVINCE. ADVISORY COMMITTEE: SRIRAT LORMPHONGS, , TEERAYUT SA-NGIAMSAK 2023.

The purposes of this quasi-experimental research were: 1) 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 using systematic random sampling from a hospital, Chonburi province. 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, and Intraclass Correlation Coefficient (ICC) was applied to calculate a relationship between “Hearing Test” application with wireless earbuds and conventional audiometer. The statistical significance is determined at $p < 0.01$.

The result showed that there was significant difference between the average hearing threshold obtained on smartphone-based application with wireless earbuds 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 (Intraclass Correlation Coefficient; 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 confirms its potential application in hearing monitoring and screening tests on a large scale.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี เนื่องด้วยความอนุเคราะห์จากรองศาสตราจารย์ ดร. ศิริรัตน์ ล้อมพงศ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธีรยุทธ เสงี่ยมศักดิ์ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำแนวทางที่ถูกต้องเหมาะสมที่มีคุณค่าในการศึกษาวิจัยจนวิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จตามวัตถุประสงค์

ขอขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญทั้งสามท่าน อันประกอบด้วย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศักดิ์สิทธิ์ กุลวงษ์ ดร.กมลวรรณ พรหมเทศ และดร.ธีรานันท์ นาคนใหญ่ อาจารย์ประจำสาขาวิชาสุขศาสตร์ อดุสสาหกรรมและความปลอดภัย คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา สำหรับความอนุเคราะห์ในตรวจสอบเครื่องมือแบบสอบถามในการวิจัย

ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องของโรงพยาบาลในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ที่ให้ความอนุเคราะห์แก่ การศึกษาวิจัยและขอขอบคุณกลุ่มตัวอย่างทุกท่านที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีตลอดการศึกษาวิจัย

ขอขอบพระคุณมหาวิทยาลัยบูรพาที่ให้โอกาสและการศึกษารวมถึงสาขาวิชาสุขศาสตร์ อดุสสาหกรรมและความปลอดภัย คณะสาธารณสุขศาสตร์ตลอดจนคณาจารย์ทุกท่านที่ได้ให้ความรู้แก่ตัวข้าพเจ้า

ขอขอบพระคุณบิดา มารดา รวมถึงครอบครัวของข้าพเจ้าตลอดจนผู้ที่มีส่วนช่วยเหลือสนับสนุนการศึกษาวิจัยครั้งนี้จนทำให้วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

สุรพัศ สีวาอุท

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญ	ช
สารบัญตาราง	ญ
สารบัญภาพ	ฎ
บทที่ 1 บทนำ	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	4
สมมติฐานของการวิจัย	5
กรอบแนวคิดในการวิจัย	5
ขอบเขตของการวิจัย	6
นิยามศัพท์เฉพาะ	6
ประโยชน์ที่จะได้รับจากการวิจัย	8
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	9
สถานการณ์ปัญหาของโรคประสาหูเสื่อมจากการสัมผัสเสียงดัง	9
แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับเสียงและวิธีการป้องกัน และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	10
แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการ फैาระวังการได้ยินและการทดสอบสมรรถภาพการได้ยินด้วย Audiometer	21
หลักการของแอปพลิเคชันในสมาร์ทโฟนและหูฟังประเภทไร้สาย	26

การทดสอบสมรรถภาพการได้ยินด้วยแอปพลิเคชันในสมาร์ทโฟนและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	28
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	31
รูปแบบของการวิจัย	31
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	31
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	33
ขั้นตอนการทดสอบสมรรถภาพการได้ยิน	33
การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ	35
การเก็บรวบรวมข้อมูล	36
การพิทักษ์สิทธิของกลุ่มตัวอย่าง	36
การวิเคราะห์ข้อมูล	36
บทที่ 4 ผลการวิจัย	38
ส่วนที่ 1 ข้อมูลส่วนบุคคล	38
ส่วนที่ 2 ผลการทดสอบระดับการได้ยินในความถี่ต่าง ๆ	41
ส่วนที่ 3 ผลการทดสอบค่าเฉลี่ยการได้ยินในช่วงการสนทนา (500 - 2,000 Hz) โดยใช้แอปพลิเคชันร่วมกับหูฟังประเภทไร้สายและเครื่อง Audiometer	45
ส่วนที่ 4 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระดับการได้ยินในความถี่ต่าง ๆ ที่ได้จากการทดสอบโดยใช้แอปพลิเคชันในสมาร์ทโฟนร่วมกับหูฟังประเภทไร้สายและเครื่อง Audiometer	46
ส่วนที่ 5 การประเมินความน่าเชื่อถือของการทดสอบสมรรถภาพการได้ยินโดยใช้แอปพลิเคชันในสมาร์ทโฟนร่วมกับหูฟังประเภทไร้สาย โดยเทียบกับเครื่อง Audiometer	49
บทที่ 5 สรุป อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ	51
สรุปผลการวิจัย	51
อภิปรายผลการวิจัย	55

ข้อเสนอแนะ.....	57
บรรณานุกรม.....	58
ภาคผนวก.....	65
ภาคผนวก ก.....	66
ภาคผนวก ข.....	69
ภาคผนวก ค.....	71
ประวัติย่อของผู้วิจัย.....	73

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1	สารเคมีที่เป็นปัจจัยส่งเสริมให้เกิดโรคประสาทหูเสื่อมจากการสัมผัสเสียงดัง	19
ตารางที่ 2	ระดับเสียงในห้องที่ทำการตรวจคัดกรองสมรรถภาพการได้ยินตามเกณฑ์ของ OSHA	23
ตารางที่ 3	จำนวนและร้อยละของกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามข้อมูลส่วนบุคคล	39
ตารางที่ 4	ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการทดสอบระดับการได้ยินแยกตามความถี่โดยการใช้แอปพลิเคชันในสมาร์ทโฟนร่วมกับหูฟังประเภทไร้สาย	42
ตารางที่ 5	ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการทดสอบระดับการได้ยินแยกตามความถี่โดยการใช้เครื่อง Audiometer	44
ตารางที่ 6	ค่าเฉลี่ยการได้ยินในช่วงการสนทนา (500 - 2,000 Hz) โดยการใช้แอปพลิเคชันร่วมกับหูฟังประเภทไร้สายและการใช้เครื่อง Audiometer	45
ตารางที่ 7	การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระดับการได้ยินในความถี่ต่าง ๆ ที่ได้จากการทดสอบโดยใช้แอปพลิเคชันในสมาร์ทโฟนร่วมกับหูฟังประเภทไร้สายและเครื่อง Audiometer โดยจำแนกแต่ละความถี่ของหูข้างขวาและหูข้างซ้าย มีหน่วยเป็นเดซิเบล (dB)	46
ตารางที่ 8	ผลการเปรียบเทียบผลต่างของค่าเฉลี่ยระดับการได้ยินที่ได้จากการทดสอบโดยใช้แอปพลิเคชันในสมาร์ทโฟนร่วมกับหูฟังประเภทไร้สายกับการใช้เครื่อง Audiometer จำแนกตามแต่ละความถี่ของหูทั้งสองข้าง	47
ตารางที่ 9	ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระดับการได้ยินของหูข้างขวาระหว่างการใช้แอปพลิเคชันในสมาร์ทโฟนร่วมกับหูฟังประเภทไร้สายกับการใช้เครื่อง Audiometer	48
ตารางที่ 10	ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระดับการได้ยินของหูข้างซ้ายระหว่างการใช้อแอปพลิเคชันในสมาร์ทโฟนร่วมกับหูฟังประเภทไร้สายกับการใช้เครื่อง Audiometer	49
ตารางที่ 11	ความน่าเชื่อถือของการทดสอบสมรรถภาพการได้ยินโดยใช้แอปพลิเคชันในสมาร์ทโฟนร่วมกับหูฟังประเภทไร้สาย โดยเทียบกับเครื่อง Audiometer ของหูข้างขวา หูข้างซ้าย และหูทั้งสองข้าง	50



สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย.....	5
ภาพที่ 2 ความถี่ของเสียง	11
ภาพที่ 3 ความยาวคลื่นและแอมพลิจูดของเสียง	11
ภาพที่ 4 ส่วนประกอบของหู	14
ภาพที่ 5 ส่วนประกอบภายในหูชั้นใน	14
ภาพที่ 6 ลักษณะความผิดปกติที่พบในออติแกรม	18
ภาพที่ 7 ตัวอย่างการจัดที่นั่งที่เหมาะสม.....	25
ภาพที่ 8 ส่วนแบ่งการตลาดของระบบปฏิบัติการต่าง ๆ ทั่วโลก.....	27



2182539773

BUU iThesis 64920477 thesis / recv: 07062566 13:39:31 / seq: 36

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

สังคมไทยในปัจจุบันมีการเปลี่ยนแปลงจากสังคมเกษตรไปสู่อุตสาหกรรมมากขึ้น มีโรงงานอุตสาหกรรมหนักเกิดขึ้นมากมาย เช่น โรงงานหลอมเหล็ก โรงงานปูนซีเมนต์ โรงงานการผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ โรงไฟฟ้าและโรงกลั่นน้ำมัน เป็นต้น โดยที่โรงงานอุตสาหกรรมเหล่านี้ได้มีการนำเครื่องจักรมาใช้แทนการใช้แรงงาน หรือนำเครื่องจักรมาใช้เป็นส่วนหนึ่งในกระบวนการผลิต ซึ่งเครื่องจักรดังกล่าวล้วนเป็นแหล่งกำเนิดของเสียงดัง โดยที่อันตรายจากการสัมผัสเสียงดังสามารถก่อให้เกิดผลกระทบทั้งในด้านความปลอดภัยและด้านสุขภาพ ในด้านความปลอดภัยเสียงดังอาจทำให้ผู้ที่ทำงานในบริเวณนั้นมีอุปสรรคในการสื่อสารรวมไปถึงความสามารถในการได้ยิน สัญญาณเตือนภัยต่าง ๆ ส่วนในด้านสุขภาพ เสียงดังอาจก่อให้เกิดอาการหูตึง ไม่มีสมาธิ มีการเปลี่ยนแปลงทางอารมณ์ สูญเสียสมรรถภาพการได้ยินชั่วคราว หากสัมผัสในระยะเวลาอันยาวนานและเรื้อรัง เสียงดังสามารถก่อให้เกิดการสูญเสียสมรรถภาพการได้ยินถาวรได้

การสูญเสียสมรรถภาพการได้ยินจากเสียงดัง หรือ Noise induced hearing loss เป็นโรคประสาทหูเสื่อม (Sensorineural hearing loss) ที่มีลักษณะที่สำคัญคือการสูญเสียสมรรถภาพการได้ยินแบบค่อยเป็นค่อยไป อาการที่พบได้บ่อยคือการได้ยินลดลง มีปัญหาในการสนทนาหรือการสื่อสารในชีวิตประจำวัน อาจพบร่วมกับเสียงอื้อในหูได้ โรคประสาทหูเสื่อมจากเสียงดังมักเกิดขึ้นในผู้ที่ทำงานอยู่ในที่ที่มีเสียงดังเป็นเวลานาน ๆ ซึ่งพบมากในโรงงานอุตสาหกรรมที่มีการใช้เครื่องจักร หรืออาจพบได้จากกิจกรรมอื่น ๆ เช่น การยิงปืน การฟังดนตรีที่เสียงดัง เป็นต้น (National Institute for Occupational Safety and Health, 1998)

จากการศึกษาของ Vos et al. (2012) พบว่า จำนวนผู้ที่สูญเสียสมรรถภาพการได้ยินจากการสัมผัสเสียงดังมีมากกว่า 1,300 ล้านคนทั่วโลก ในขณะที่ข้อมูลจากกองโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อมมีข้อมูลผู้ป่วยที่ได้รับการวินิจฉัยว่าเป็นโรคประสาทหูเสื่อมจากการสัมผัสเสียงดังในประเทศไทยตั้งแต่ปี พ.ศ. 2557 ถึง พ.ศ. 2561 เฉลี่ย 39,486 คนต่อปี (กองโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม, 2561) ในขณะที่ข้อมูลจากสำนักงานกองทุนเงินทดแทน สำนักงานประกันสังคม ตั้งแต่ปีพ.ศ. 2559 ถึง พ.ศ. 2563 โรคประสาทหูเสื่อมจากการสัมผัสเสียงดังมีปริมาณสูงสุดในกลุ่มโรคที่เกิดขึ้นจากสาเหตุทางกายภาพ (กระทรวงแรงงาน, 2563) โดยการวินิจฉัยโรค

เหล่านี้จำเป็นต้องอาศัยการซักประวัติการสัมผัสเสียงดังในอดีต อาการและอาการแสดงรวมไปถึง การทดสอบสมรรถภาพการได้ยิน (Audiometric testing)

ปีพ.ศ. 2561 กระทรวงแรงงาน (2561) ได้ออกกฎหมายบังคับให้มีการเฝ้าระวังการได้ยิน โดยให้ดำเนินการทดสอบสมรรถภาพการได้ยิน (Audiometric testing) ในผู้ที่ทำงานสัมผัสเสียงดัง เฉลี่ยตลอดระยะเวลาการทำงานแปดชั่วโมงตั้งแต่ 85 เดซิเบลเอขึ้นไป และต้องได้รับการทดสอบ สมรรถภาพการได้ยินอย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง โดยที่กฎหมายมีจุดประสงค์เพื่อเฝ้าระวังการเกิดโรค ประสาทหูเสื่อมจากการทำงานสัมผัสเสียงดังและเป็นการประเมินว่ามาตรการควบคุมเสียงดังใน สถานประกอบการมีประสิทธิภาพหรือไม่ อย่างไรก็ตาม Mirza, Kirchner, Dobie, and Crawford (2018) ระบุว่าผู้ที่ทำงานสัมผัสเสียงดังมากกว่า 80 เดซิเบลเอขึ้นไปและมีการสัมผัสสารเคมีที่มี ผลต่อเซลล์ประสาทของหูรวมด้วย จะมีโอกาสเกิดโรคประสาทหูเสื่อมได้เช่นกัน ดังนั้นบางองค์กร จึงมีคำแนะนำให้มีการทดสอบสมรรถภาพการได้ยินเพื่อเฝ้าระวังการเกิดโรคประสาทหูเสื่อมจาก การทำงานในกลุ่มผู้ปฏิบัติงานเหล่านี้ด้วย (American Conference of Governmental Industrial Hygienists, 2022; Health and Safety Executive, 2005; Occupational Safety and Health Administration, 2018)

การทดสอบสมรรถภาพการได้ยินตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม (2555) เป็นการ ทดสอบความสามารถในการได้ยินของหูทั้ง 2 ข้างโดยการทดสอบสมรรถภาพการได้ยินด้วยเครื่อง Audiometer เพื่อวัดระดับการได้ยิน (Hearing threshold) ทางอากาศด้วยเสียงบริสุทธิ์ (Pure tone air conduction) ที่ความถี่ต่าง ๆ ซึ่งองค์ประกอบสำคัญของการจัดการทดสอบสมรรถภาพการได้ยิน ได้แก่ ห้องทดสอบที่มีระดับเสียงรบกวน (Background noise) ไม่เกินมาตรฐานหน่วยงานด้านความ ปลอดภัยและอาชีวอนามัยในการทำงานของกระทรวงแรงงาน ประเทศสหรัฐอเมริกา (Occupational Safety and Health Administration; OSHA) การทดสอบสมรรถภาพการได้ยินด้วย เครื่อง Audiometer ที่เป็นไปตามมาตรฐาน ANSI/ASA S3.6 และผู้ทำการทดสอบต้องเป็นนักโสต สัมผัสวิทยา (Audiologist) หรือเป็นผู้ที่ผ่านการฝึกอบรมหลักสูตรวิธีการทดสอบสมรรถภาพการ ได้ยินและการใช้เครื่องมือซึ่งได้รับการรับรองหลักสูตรโดยกระทรวงสาธารณสุขหรือหน่วยงานที่ เกี่ยวข้อง อย่างไรก็ตามเครื่อง Audiometer ยังคงมีราคาค่อนข้างสูงและมีอยู่ในสถานประกอบ กิจการหรือโรงพยาบาลเพียงบางแห่งเท่านั้น (Jessica van Tonder, 2017) รวมไปถึงการทดสอบต้อง อาศัยความพร้อมในด้านบุคลากร สถานที่ และเครื่องมือทดสอบ ประกอบกับข้อมูลที่ได้จากการ สอบถามพนักงานผู้มารับบริการทดสอบสมรรถภาพการได้ยินที่โรงพยาบาล พบว่า พนักงานยังมี อุปสรรคในเรื่องต่าง ๆ เช่น ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการเดินทาง ระยะเวลาในการเดินทางหรือการรอคิว

และความเสี่ยงในการติดเชื้อโรคจากโรงพยาบาล เป็นต้น ดังนั้นการทดสอบสมรรถภาพการได้ยินด้วยเครื่อง Audiometer ที่โรงพยาบาลนั้นจึงอาจทำให้เกิดความยุ่งยากขึ้นได้

ปัจจุบันเทคโนโลยีสมาร์ทโฟนได้มีการพัฒนาขึ้นอย่างมาก ราคาไม่แพง สามารถเข้าถึงได้โดยเฉพาะคนวัยทำงาน จากการศึกษาของ O'dea (2022) พบจำนวนผู้ใช้สมาร์ทโฟนในปี ค.ศ. 2022 มีกว่า 6,648 ล้านคน คิดเป็น 83.72% ของประชากรทั่วโลกและนอกจากประโยชน์ในด้านการสื่อสารแล้ว สมาร์ทโฟนยังมีแอปพลิเคชันอื่น ๆ ที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ในชีวิตประจำวันหรือการทำงานรวมไปถึงในงานอาชีวอนามัย เช่น แอปพลิเคชันชื่อ Hearing Test จัดเป็นแอปพลิเคชันที่มีฟังก์ชันการทดสอบสมรรถภาพการได้ยินที่คล้ายคลึงกับเครื่อง Audiometer ทั้งในเรื่องของการสอบเทียบ (Calibration) และจำนวนความถี่ของเสียงที่ใช้ในการทดสอบ แอปพลิเคชันดังกล่าวนี้ยังสามารถดาวน์โหลดได้ฟรีทั้งในระบบปฏิบัติการ iOS และ Android และขั้นตอนการใช้งานไม่ซับซ้อน สามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง (Magda Aline Bauer, 2021) ซึ่งปัจจุบันได้มีการศึกษาในเรื่องของประสิทธิภาพของแอปพลิเคชันเหล่านี้ โดยส่วนใหญ่ให้ผลการทดสอบที่ใกล้เคียงกับเครื่อง Audiometer ในช่วงเสียงที่มีความถี่สูง (Aremu, 2018; Peer & Fagan, 2015; กัลยลักษณ์ คชวงษ์, 2561) นอกจากนี้ในการศึกษาของ Chen et al. (2021) ได้ให้ความเห็นว่าแอปพลิเคชันเหล่านี้มีประโยชน์ในการนำมาใช้เพื่อคัดกรองปัญหาการได้ยินได้และอาจนำมาใช้ทดแทนเครื่อง Audiometer ได้ในกรณีพื้นที่ห่างไกลหรือไม่สามารถเข้าถึงเครื่อง Audiometer ได้ แต่อย่างไรก็ตามการศึกษาส่วนใหญ่ยังคงมีข้อจำกัดในหลายประเด็น ได้แก่

1. ไม่มีการควบคุมเรื่องเสียงรบกวนรอบข้าง (Background noise) ในระหว่างการทดสอบสมรรถภาพการได้ยินโดยใช้แอปพลิเคชัน ในขณะที่การทดสอบด้วยเครื่อง Audiometer มีการควบคุมเรื่องเสียงรบกวนรอบข้าง (Abu-Ghanem et al., 2016; Chu et al., 2019; Durgut et al., 2020; Livshitz et al., 2017; Louw, Swanepoel, Eikelboom, & Myburgh, 2017; Lycke et al., 2018; Peer & Fagan, 2015; Sandstrom, Swanepoel, Laurent, Umefjord, & Lundberg, 2020)

2. การทดสอบแอปพลิเคชันดำเนินการโดยผู้เข้ารับการทดสอบเอง (Self-test) ในขณะที่การทดสอบด้วยเครื่อง Audiometer ดำเนินการโดยผู้ทดสอบซึ่งเป็นผู้อื่น ดังนั้นอาจมีความคลาดเคลื่อนในเรื่องวิธีการและขั้นตอนการทดสอบ และอาจมีอคติขณะทำการทดสอบสมรรถภาพการได้ยินเมื่อมีการใช้แอปพลิเคชันได้ (Abu-Ghanem et al., 2016; Anuar, Rani, Hitam, & Noh, 2018; Corona, Ferrite, Bright, & Polack, 2020; Li et al., 2020; Livshitz et al., 2017; Peer & Fagan, 2015; Sandstrom et al., 2020)

3. ไม่มีการกล่าวถึงฟังก์ชันการสอบเทียบ (Calibration) ของแอปพลิเคชัน (Chen et al., 2021)

ดังนั้นในการศึกษาถึงประสิทธิผลของแอปพลิเคชันที่จะนำมาทดสอบสมรรถภาพการได้ยิน ควรนำข้อจำกัดข้างต้นนี้มาใช้พิจารณาในการควบคุมเรื่องสถานที่เสียงรบกวนรอบข้าง (Background noise) ขึ้นตอนและวิธีการทดสอบให้เป็นไปในแนวทางเดียวกันระหว่างการทดสอบ โดยการใช้แอปพลิเคชันและเครื่อง Audiometer เพื่อเป็นการลดข้อจำกัดหรือข้อแตกต่าง ๆ และเพื่อให้ผลการทดสอบสมรรถภาพการได้ยินของแอปพลิเคชันมีความเที่ยงตรงกับความแม่นยำจริงมากที่สุด

ด้วยเหตุผลดังกล่าวข้างต้นนี้ ทางผู้วิจัยจึงได้ตระหนักถึงปัญหาในเรื่องของโรคประสาทหูเสื่อมจากการทำงานสัมผัสเสียงดัง โดยเฉพาะในกลุ่มพนักงานที่มีการสัมผัสเสียงดังไม่เกินเกณฑ์ที่กฎหมายกำหนดหรือมีการสัมผัสสารเคมีที่มีผลต่อเซลล์ประสาทของหูร่วมด้วย ดังนั้นหากมีการนำแอปพลิเคชันมาใช้ร่วมกับหูฟังประเภทไร้สาย จะช่วยให้การทดสอบสมรรถภาพการได้ยินนั้นสามารถดำเนินการภายในห้องทดสอบที่มีการควบคุมเสียงรบกวนรอบข้างได้และสามารถดำเนินการทดสอบด้วยวิธีการและขั้นตอนเช่นเดียวกันกับการใช้เครื่อง Audiometer หากผลการทดสอบสมรรถภาพการได้ยินของแอปพลิเคชันใกล้เคียงกับเครื่อง Audiometer แอปพลิเคชันนี้จะประโยชน์อย่างมากในการนำมาใช้เพื่อเฝ้าระวังโรคประสาทหูเสื่อมจากเสียงดังของพนักงานในสถานประกอบการ ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาถึงผลของแอปพลิเคชันในสมาร์ตโฟนร่วมกับหูฟังประเภทไร้สาย เพื่อการบ่งชี้ผลการทดสอบสมรรถภาพการได้ยินที่ได้ทำการควบคุมปัจจัยที่ส่งผลต่อการทดสอบสมรรถภาพการได้ยิน ได้แก่ การควบคุมเสียงรบกวนรอบข้าง (Background noise) ขึ้นตอนและวิธีการทดสอบรวมไปถึงการสอบเทียบ (Calibration) ให้เป็นไปในแนวทางเดียวกันระหว่างแอปพลิเคชันในสมาร์ตโฟนร่วมกับหูฟังประเภทไร้สายและเครื่อง Audiometer

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

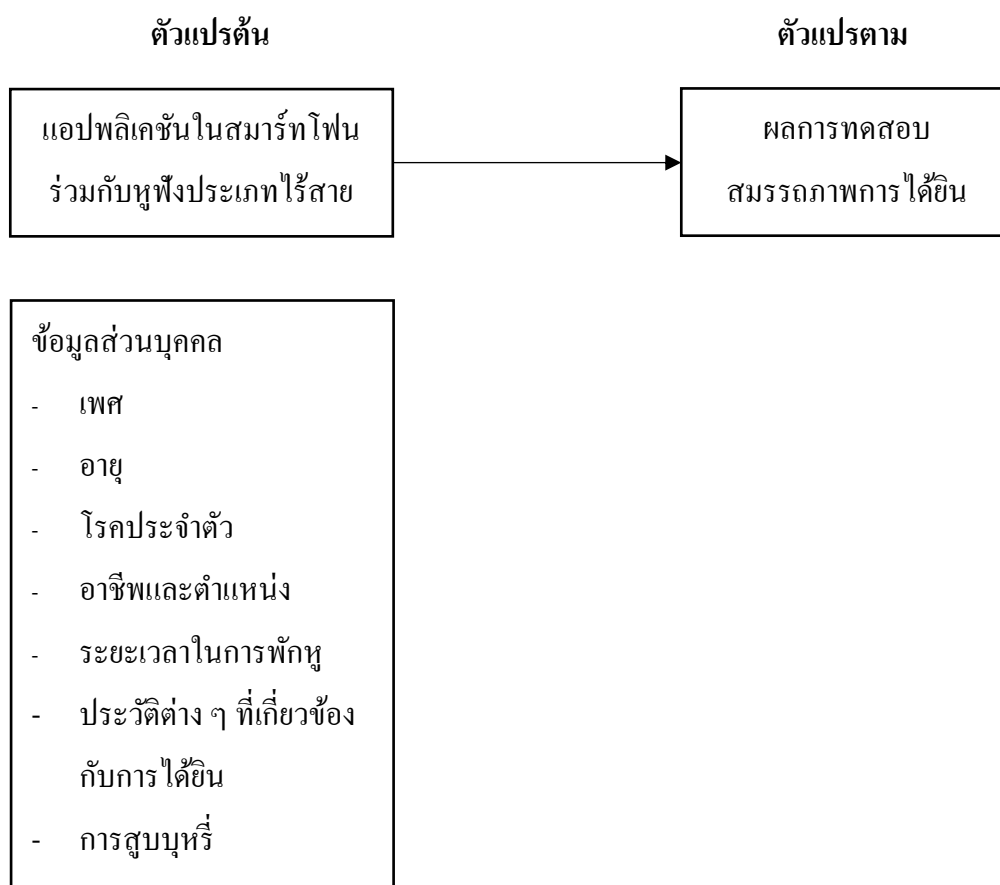
1. เพื่อทดสอบสมรรถภาพการได้ยินโดยการใช้แอปพลิเคชันในสมาร์ตโฟนร่วมกับหูฟังประเภทไร้สายในพนักงานที่มาเข้ารับบริการบริการทดสอบสมรรถภาพการได้ยินที่โรงพยาบาลแห่งหนึ่งของจังหวัดชลบุรี
2. เพื่อเปรียบเทียบผลการทดสอบสมรรถภาพการได้ยินทางอาชีวอนามัยระหว่างการใช้ออปพลิเคชันในสมาร์ตโฟนร่วมกับหูฟังประเภทไร้สายกับการใช้เครื่อง Audiometer

3. เพื่อประเมินความน่าเชื่อถือของการทดสอบสมรรถภาพการได้ยินโดยใช้แอปพลิเคชันในสมาร์ทโฟนร่วมกับหูฟังประเภทไร้สาย โดยเทียบกับเครื่อง Audiometer

สมมติฐานของการวิจัย

ผลการทดสอบสมรรถภาพการได้ยินโดยใช้แอปพลิเคชันในสมาร์ทโฟนร่วมกับหูฟังประเภทไร้สายได้ผลใกล้เคียงกับผลการทดสอบสมรรถภาพการได้ยินโดยใช้เครื่อง Audiometer

กรอบแนวคิดในการวิจัย



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

ขอบเขตของการวิจัย

1. ขอบเขตด้านเนื้อหา

ศึกษาการเปรียบเทียบระหว่างผลการทดสอบสมรรถภาพการได้ยินทางอาชีวอนามัย ระหว่างการใช้แอปพลิเคชันในสมาร์ตโฟนร่วมกับหูฟังประเภทไร้สายกับผลการทดสอบโดยใช้เครื่อง Audiometer ในพนักงานที่มาเข้ารับบริการที่โรงพยาบาลแห่งหนึ่งของจังหวัดชลบุรี

2. ขอบเขตด้านเครื่องมือ

เครื่องมือต่าง ๆ ที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้มีรายละเอียดดังต่อไปนี้ เครื่อง Audiometer ใช้สำหรับทดสอบซึ่งผ่านเกณฑ์ ANSI S3.6-1996 ร่วมกับการใช้หูฟังชนิด Supra-aural earphone ส่วนแอปพลิเคชันในสมาร์ตโฟนได้แก่ Hearing test version 2.1 ร่วมกับการใช้หูฟังประเภทไร้สาย

3. ขอบเขตด้านประชากร

พนักงานที่มาเข้ารับบริการทดสอบสมรรถภาพการได้ยินก่อนเข้าทำงาน (Preplacement examination) ที่โรงพยาบาลแห่งหนึ่งของจังหวัดชลบุรีจำนวน 41 คน

4. ขอบเขตด้านเวลา

ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2566 รวมระยะเวลา 1 เดือน

นิยามศัพท์เฉพาะ

ผลการทดสอบสมรรถภาพการได้ยิน หมายถึง ผลการทดสอบความสามารถในการได้ยินของหูทั้ง 2 ข้าง เพื่อวัดระดับการได้ยิน (Hearing threshold) ทางอากาศด้วยเสียงบริสุทธิ์ (Pure tone air conduction) ที่ความถี่ 500 Hz (เฮิร์ตซ์) 1,000 Hz 2,000 Hz 3,000 Hz 4,000 Hz 6,000 Hz และ 8,000 Hz โดยมีเกณฑ์พิจารณาที่ระดับ 25 เดซิเบล หากมีระดับการได้ยินที่ความถี่ใดก็ตาม ของหูข้างใดก็ตาม มีค่ามากกว่า 25 เดซิเบล ให้ถือว่าผลการตรวจนั้นมีระดับการได้ยินลดลง

แอปพลิเคชัน หมายถึง โปรแกรมที่อำนวยความสะดวกในด้านต่าง ๆ ที่ออกแบบมาสำหรับ อุปกรณ์เคลื่อนที่ เช่น สมาร์ตโฟน แท็บเล็ต เป็นต้น ซึ่งในแต่ละระบบปฏิบัติการของ อุปกรณ์เคลื่อนที่จะมีผู้พัฒนาแอปพลิเคชันขึ้นมามากมายเพื่อให้ตรงกับความต้องการของผู้ใช้งานซึ่งจะมีให้ดาวน์โหลดทั้งฟรีและจ่ายเงิน ทั้งในด้านการศึกษา ด้านการสื่อสารหรือแม้แต่ด้านความบันเทิงต่าง ๆ เป็นต้น โดยในการวิจัยครั้งนี้จะเป็นการใช้แอปพลิเคชันเกี่ยวกับการทดสอบสมรรถภาพการได้ยิน

เครื่องทดสอบสมรรถภาพ (Audiometer) หมายถึง เครื่องมือที่มีความสามารถในการปล่อยเสียงบริสุทธิ์ (Pure tone) ที่มีความถี่ต่าง ๆ กัน ผ่านออกทางหูฟัง (Earphone) มาเข้าสู่หูผู้เข้ารับการตรวจด้วยการนำเสียงผ่านทางอากาศ (Air conduction) และ/หรือ การสั่นสะเทือนผ่านออก

ทางเป็นต้น (Bone vibrator) มาเข้าสู่หูผู้เข้ารับการตรวจด้วยการนำเสียงผ่านทางกระดูก (Bone conduction) โดยการทดสอบสมรรถภาพการได้ยินด้วยเครื่อง Audiometer ในวิจัยครั้งนี้คือเครื่อง Madsen Xeta

หูฟังประเภทไร้สาย หมายถึง หูฟังประเภท Earbuds ซึ่งมีการเชื่อมต่อแบบไร้สายผ่านบลูทูธ และเป็นหูฟังที่มีการตัดสัญญาณเสียงรบกวนได้ โดยในการวิจัยครั้งนี้ใช้หูฟังประเภทไร้สายยี่ห้อ FIIL รุ่น CC Pro

แอปพลิเคชันในสมาร์ทโฟนร่วมกับหูฟังประเภทไร้สาย หมายถึง แอปพลิเคชัน Hearing test ในสมาร์ทโฟน Samsung Galaxy S20 Ultra 5G ร่วมกับหูฟังประเภทไร้สาย

ข้อมูลส่วนบุคคล หมายถึง ข้อมูลเกี่ยวกับบุคคลซึ่งทำให้สามารถระบุตัวบุคคลนั้นได้ไม่ว่าทางตรงหรือทางอ้อม ในงานวิจัยครั้งนี้ข้อมูลส่วนบุคคลของพนักงานที่เข้ามาใช้บริการที่โรงพยาบาลแห่งหนึ่งในจังหวัดชลบุรี ประกอบไปด้วย เพศ อายุ โรคประจำตัว อาชีพ ตำแหน่ง ระยะเวลาในการพักหู ประวัติต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการได้ยินและประวัติการสูบบุหรี่โดยที่เพศ หมายถึง ลักษณะแสดงความเป็นเพศชายหรือหญิงที่ติดตัวมาแต่กำเนิด หรือระบุอยู่ในบัตรประชาชน

อายุ หมายถึง อายุนับเป็นปีตั้งแต่เกิดถึงปีที่ตอบในแบบสอบถามของกลุ่มตัวอย่าง

โรคประจำตัว หมายถึง สภาวะหรือความเจ็บป่วยใด ๆ ที่ได้รับการวินิจฉัยโดยแพทย์แผนปัจจุบัน ขึ้นหนึ่งโดยต้องมีการทานยาประจำ หรือไม่ต้องก็ได้

อาชีพ หมายถึง กลุ่มของงานที่คล้ายกันพอควรในแง่ของเนื้อหา ความรู้ทักษะ และความสามารถที่ต้องใช้เพื่อให้ทำงานสำเร็จ ตัวอย่างของอาชีพ ได้แก่ ผู้เขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ วิศวกรโยธา นักบัญชี ครู พยาบาล พนักงานขาย นักบิน เลขานุการ และพนักงานรักษาความปลอดภัย เป็นต้น โดยในการวิจัยครั้งนี้ หมายถึง กลุ่มงานใดก็ตามของพนักงาน ซึ่งเป็นการทำงานให้นายจ้างหรือสถานประกอบการโดยรับค่าจ้างเป็นค่าตอบแทน

ตำแหน่ง หมายถึง ระดับหรือรายละเอียดปลีกย่อยของแต่ละกลุ่มงานในสถานประกอบการ เช่น ผู้จัดการฝ่ายขาย เจ้าหน้าที่จัดหางาน เจ้าหน้าที่ความปลอดภัยระดับวิชาชีพ พนักงานขับ Forklift เป็นต้น

ระยะเวลาในการพักหู หมายถึง ระยะเวลาที่ไม่มีการสัมผัสเสียงดังก่อนเข้ารับการทดสอบสมรรถภาพการได้ยินทั้งจากที่บ้านหรือที่ทำงาน โดยมีหน่วยวัดเป็นชั่วโมง

ประวัติต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการได้ยิน หมายถึง พนักงานที่มารับบริการมีหรือไม่มีประวัติต่าง ๆ ที่มีประโยชน์ในการประเมินร่วมกับผลการทดสอบสมรรถภาพการได้ยิน เช่น

ประวัติการเจ็บป่วยในอดีต ประวัติการเจ็บป่วยในปัจจุบัน ประวัติอุบัติเหตุที่ศีรษะในอดีตและ
ประวัติการใช้ยา ประวัติการสัมผัสเสียงดังและประวัติการสัมผัสสารตัวทำลายลาย เป็นต้น
การสูบบุหรี่ หมายถึง พนักงานที่มารับบริการ ไม่เคยสูบบุหรี่หรือเคยสูบแต่ปัจจุบันเลิก
สูบบุหรี่แล้วหรือปัจจุบันสูบบุหรี่และระยะเวลาการสูบทั้งหมดมีหน่วยเป็นปี

ประโยชน์ที่จะได้รับจากการวิจัย

1. ได้ทราบถึงผลการทดสอบสมรรถภาพการได้ยินโดยใช้แอปพลิเคชันในสมาร์ตโฟน ร่วมกับหูฟังประเภทไร้สาย
2. ผลการทดสอบสมรรถภาพการได้ยินโดยใช้แอปพลิเคชันในสมาร์ตโฟนร่วมกับหูฟังประเภทไร้สายได้ผลใกล้เคียงกับผลการทดสอบสมรรถภาพการได้ยินโดยใช้เครื่อง Audiometer
3. เป็นแนวทางให้นักอาชีวอนามัย บุคลากรทางสาธารณสุขรวมถึงหน่วยงานต่าง ๆ ในระดับองค์กร ได้มีทางเลือกเพิ่มมากขึ้นในการนำเทคโนโลยีที่มีประสิทธิภาพมาใช้ในการเฝ้าระวังผลกระทบต่อสุขภาพจากการทำงานสัมผัสเสียงดังได้

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษานี้เป็นการศึกษาถึงประสิทธิภาพของแอปพลิเคชันในสมาร์ทโฟนร่วมกับหูฟังประเภทไร้สาย เพื่อการบ่งชี้ผลการทดสอบสมรรถภาพการได้ยิน: กรณีศึกษาในพนักงานที่มารับบริการในโรงพยาบาลแห่งหนึ่งของจังหวัดชลบุรี ผู้วิจัยได้ศึกษา รวบรวมแนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องมาเป็นแนวทางในการวิจัยครั้งนี้ ซึ่งประกอบไปด้วย 5 ส่วน โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. สถานการณ์ปัญหาของโรคประสาทหูเสื่อมจากการสัมผัสเสียงดัง
2. แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับเสียงและวิธีการป้องกัน และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
3. แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการเฟ้อะวังการได้ยินและการทดสอบสมรรถภาพการได้ยินด้วยเครื่อง Audiometer
4. หลักการของแอปพลิเคชันในสมาร์ทโฟนและหูฟังประเภทไร้สาย
5. การทดสอบสมรรถภาพการได้ยินด้วยแอปพลิเคชันในสมาร์ทโฟน และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สถานการณ์ปัญหาของโรคประสาทหูเสื่อมจากการสัมผัสเสียงดัง

โรคประสาทหูเสื่อมเป็นโรคที่พบได้บ่อยและมีความสำคัญหากมองในภาพรวมของภาวะการสูญเสียการได้ยินแบบถาวรในผู้ใหญ่ สาเหตุที่พบได้บ่อยมีอยู่ 2 ประการ (Tanna, Lin, & De Jesus, 2021) คือ โรคประสาทหูเสื่อมตามอายุและโรคประสาทหูเสื่อมจากเสียงดัง ทั้งสองโรคนี้เป็นโรคในกลุ่มการสูญเสียการได้ยินจากระบบประสาทการรับเสียงเหมือนกัน มีอาการคล้ายกัน และยังสามารถพบร่วมกันได้บ่อยอีกด้วย

แหล่งที่มาของเสียงดังที่พบบ่อยที่สุดที่ทำให้เกิดโรคประสาทหูเสื่อมคือเสียงดังจากเครื่องจักรในโรงงานอุตสาหกรรม (Mirza et al., 2018) ดังนั้น สาเหตุของโรคประสาทหูเสื่อมจากเสียงดังที่พบส่วนใหญ่จึงเป็นโรคที่มีสาเหตุมาจากการทำงาน (Occupational noise-induced hearing loss) และส่วนน้อยมีสาเหตุมาจากเสียงในสิ่งแวดล้อม เช่น การฟังเพลงเสียงดัง การยิงปืน เป็นต้น มีการประมาณการจำนวนผู้ที่มีการสูญเสียการได้ยินจากการสัมผัสเสียงดังกว่า 1,300 ล้านคนทั่วโลก (Vos et al., 2012) โดยพบในประเทศกำลังพัฒนามากกว่าประเทศที่พัฒนาแล้ว

สังคมไทยในปัจจุบัน มีการเปลี่ยนแปลงจากสังคมเกษตรไปสู่อุตสาหกรรมมากขึ้น มีการนำเครื่องจักรมาใช้แทนการใช้แรงงาน ซึ่งเครื่องจักรดังกล่าวล้วนเป็นแหล่งกำเนิดของเสียงดัง สถานการณ์ภาวะสูญเสียการได้ยินจากเสียงดัง ในประเทศไทยพบว่า ยังคงมีแนวโน้มสูง จากข้อมูลจากกองโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อมมีข้อสรุปว่าผู้ที่ได้รับการวินิจฉัยว่าเป็นโรคประสาทหูเสื่อมจากการสัมผัสเสียงดังในประเทศไทยตั้งแต่ปี พ.ศ. 2557 ถึง 2561 เฉลี่ย 39,486 คน ต่อปี (กระทรวงสาธารณสุข, 2561) ในขณะที่ข้อมูลจากสำนักงานกองทุนเงินทดแทน สำนักงานประกันสังคม ตั้งแต่ปีพ.ศ. 2559 ถึง 2563 โรคประสาทหูเสื่อมจากการสัมผัสเสียงดังยังคงมีจำนวนสูงที่สุดในกลุ่มโรคที่เกิดขึ้นจากสาเหตุทางกายภาพอีกด้วย (กระทรวงแรงงาน, 2563)

แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับเสียงและวิธีการป้องกัน และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

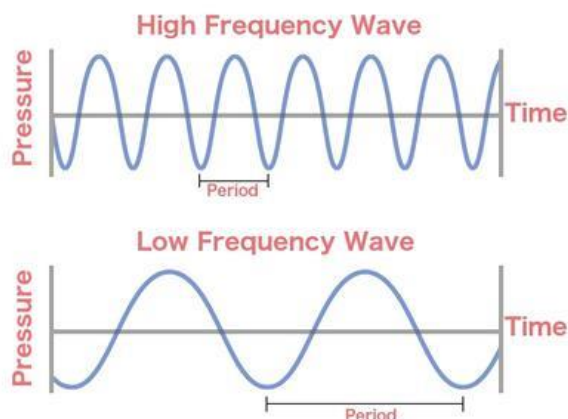
ธรรมชาติของเสียง

เสียง (Sound) คือพลังงานรูปแบบหนึ่งในรูปของคลื่นเชิงกล (Mechanical wave) ที่เกิดจากการสั่นสะเทือนของโมเลกุลสสาร เสียงเกิดขึ้นได้จะต้องมีแหล่งกำเนิดเสียง (Source) ที่ทำให้เกิดการสั่นสะเทือน จากนั้นพลังงานในรูปคลื่นจะเดินทางผ่านตัวกลาง (Media) ซึ่งเป็นโมเลกุลของสสาร เช่น อากาศ น้ำ ออกไปรอบทิศทาง เมื่อเสียงเกิดขึ้น มนุษย์จะสามารถรับเสียงเหล่านั้นและนำมาประมวลผลในสมอง กระบวนการนี้เรียกว่าการได้ยิน (Hearing) ส่วนคำว่า Noise คือเสียงรบกวน เป็นเสียงที่ผู้รับฟังไม่ต้องการได้ยิน

ลักษณะของคลื่นพลังงานเสียงจะเป็นตัวกำหนดคุณสมบัติของเสียง (Property of sound) โดยองค์ประกอบของคลื่นพลังงานเสียง (Goelzer, Hansen, & Sehrndt, 2001) มีดังนี้

1. ความยาวคลื่น (Wavelength) เป็นคุณสมบัติที่บอกระยะทางว่าในหนึ่งรอบคลื่น (Cycle) พลังงานเสียงมีการเดินทางไปเป็นระยะทางเท่าใด ความยาวคลื่นมีหน่วยตามหน่วยของระยะทาง เช่น เมตร (Meter) เป็นต้น
2. ความถี่ (Frequency) หมายถึง จำนวนของรอบคลื่นเสียง (Number of cycles) ที่เกิดขึ้นใน 1 วินาที (Second) หน่วยของความถี่เสียงคือ เฮิรตซ์ (Hertz; Hz) ความยาวคลื่นมีความสัมพันธ์กับความถี่คือ ถ้าความยาวคลื่นมาก คลื่นเสียงนั้นจะมีความถี่ต่ำ แต่ถ้าความยาวคลื่นน้อย คลื่นเสียงนั้นจะมีความถี่สูง สำหรับการได้ยินของมนุษย์นั้น มนุษย์มักจะรับรู้คลื่นเสียงที่มีความถี่ต่ำได้เป็นเสียงลักษณะทุ้มต่ำ ในขณะที่คลื่นเสียงที่มีความถี่สูงจะรับรู้ได้เป็นเสียงลักษณะแหลมเล็ก

ดังภาพที่ 2

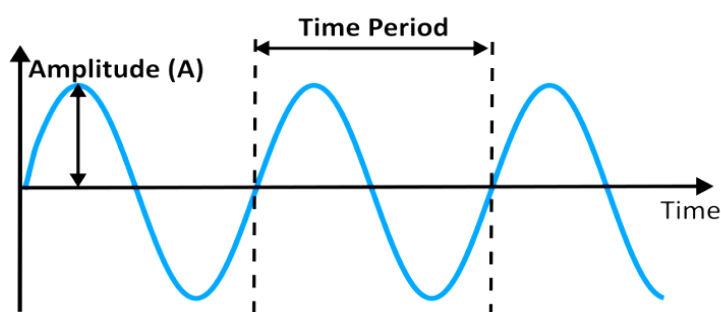


ภาพที่ 2 ความถี่ของเสียง

ที่มา: https://th.everexceed.com/online-high-frequency-ups-and-its-advantages_n134

(วันที่ค้นข้อมูล 18 มีนาคม พ.ศ. 2565)

3. แอมพลิจูด (Amplitude) เป็นคุณสมบัติที่บอกความสูงหรือความแรงของช่วงคลื่นเสียงที่เกิดขึ้น คลื่นเสียงที่มีแอมพลิจูดสูงนั้นแสดงว่ามีพลังงานมาก มนุษย์ก็จะรับรู้ได้เป็นความดัง (Loudness) ที่เพิ่มขึ้น หน่วยของแอมพลิจูดคือหน่วยปาสคาล (Pascal; Pa) ดังภาพที่ 3



$$\text{Frequency} = 1/\text{Time Period}$$

ภาพที่ 3 ความยาวคลื่นและแอมพลิจูดของเสียง

ที่มา: https://www.kindpng.com/imgv/wowRww_time-period-amplitude-and-frequency-of-wavelength-characteristics/ (วันที่ค้นข้อมูล 18 มีนาคม พ.ศ. 2565)

4. ความเข้มเสียง (Intensity) มีความสัมพันธ์แปรผันตามกับแอมพลิจูด คลื่นเสียงที่มีแอมพลิจูดสูงก็จะมีเสียงสูงไปด้วย ความเข้มเสียงนั้น หมายถึงปริมาณพลังงานของเสียง (Sound power) ต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ หน่วยของความเข้มเสียงก็จะเป็นหน่วยของพลังงานต่อหน่วยพื้นที่เช่นกัน เช่น หน่วยวัตต์ต่อตารางเมตร (Watt/square meter; W/m^2) เป็นต้น

อย่างไรก็ตามเนื่องจากระดับของความเข้มเสียงที่มนุษย์รับรู้ได้นั้นมีช่วงกว้างมาก เช่น ระดับเสียงที่มนุษย์เริ่มได้ยินอาจมีความเข้มเสียงเพียง $10^{-12} W/m^2$ ในขณะที่เสียงดังที่สุดที่มนุษย์จะทนได้อาจมีความเข้มเสียงมากกว่าระดับที่เริ่มได้ยินถึง 10^{13} เท่า ทำให้การบอกระดับความเข้มเสียงด้วยหน่วยแบบปกติทำได้ค่อนข้างลำบาก ในทางปฏิบัติจึงนิยมใช้หน่วย เดซิเบล (Decibel; dB) เป็นหน่วยบอกระดับความเข้มเสียงแทน โดยหน่วยเดซิเบลนี้เป็นหน่วยที่บอกอัตราส่วนระดับของแรงดันเสียง (Sound pressure level; SPL) ที่วัดได้เทียบกับระดับแรงดันเสียงอ้างอิง (Reference pressure) เนื่องจากหน่วยเดซิเบลเป็นหน่วยที่มีมาตราเป็นแบบลอการิทึม (Logarithm) ทำให้สามารถแปลงระดับความเข้มเสียงจากช่วงที่กว้างมากให้กลายเป็นตัวเลขในช่วงเพียงประมาณ 0 - 140 เดซิเบล ทำให้เกิดความสะดวกในการบอกค่าระดับของความเข้มเสียง ด้วยความที่หน่วยเดซิเบลเป็นมาตราแบบลอการิทึม ดังนั้นหากค่าของระดับความเข้มเสียงที่วัดได้จาก 2 แหล่งเป็นหน่วยเดซิเบลนั้นต่างกันเพียงเล็กน้อย เช่น ต่างกัน 3 dB SPL แต่ในความเป็นจริง ค่าพลังงานเสียงที่เกิดขึ้นจะมากกว่ากันประมาณ 2 เท่า (National Institute for Occupational Safety and Health, 1998)

5. ระยะเวลา (Duration) แบ่งได้เป็น 2 แบบ ได้แก่ แบบแรกคือ เสียงต่อเนื่อง (Continuous-type noise) คือ เสียงที่ดังออกมาต่อเนื่อง ไม่ว่าจะเป็นลักษณะติดต่อบแบบเท่า ๆ กัน (Continuous) หรือดังมาเป็นระยะ ๆ (Intermittent) ก็ตาม อีกแบบหนึ่งคือ เสียงกระแทก (Impulsive noise หรือ Impact noise) ซึ่งหมายถึงเสียงที่ดังขึ้นมาก อย่างทันทีทันใด และหายไปอย่างรวดเร็ว เสียงแบบนี้มักเกิดจากการกระทบกระแทกกันอย่างรุนแรงของวัตถุ หรือการระเบิด ในสถานที่ทำงานบางแห่งสามารถพบเสียงทั้ง 2 ชนิดนี้ร่วมกันได้ (National Institute for Occupational Safety and Health, 1998)

องค์ประกอบของหู

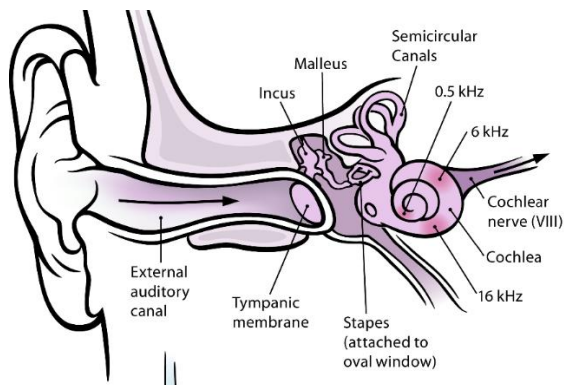
หู (Ear) เป็นอวัยวะที่ทำหน้าที่รับเสียง ส่วนประกอบของหูแบ่งออกเป็นส่วนหลัก ๆ ได้ 3 ส่วน ประกอบด้วย หูชั้นนอก (Outer ear) หูชั้นกลาง (Middle ear) และหูชั้นใน (Inner ear) ส่วนหน้าที่ (Function) ของหูมนุษย์นั้น มีหน้าที่หลักอยู่ 2 หน้าที่ หน้าที่แรกคือทำหน้าที่เป็นอวัยวะรับเสียง ทำให้เกิดการได้ยินขึ้น และอีกหน้าที่หนึ่งคือช่วยในการทรงตัวของร่างกาย (Ashmore, 1989) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. หูชั้นนอก (Outer ear) คือ บริเวณตั้งแต่ใบหู (Auricle หรือ Pinna) มีลักษณะเป็นแผ่นแบนโค้ง ประกอบขึ้นจากกระดูกอ่อนห่อหุ้มด้วยผิวหนัง ทำมุมเอนไปด้านหลัง ส่วนถัดมาก็คือช่องหู (External auditory canal หรือ External ear canal) มีความยาวเฉลี่ยประมาณ 2.5 - 3 เซนติเมตร มีความโค้งคล้ายรูปตัวเอส (Sigmoid curve) ตลอดภายในช่องหูอยู่ด้วยผิวหนัง โดยจะมีต่อมไขมัน (Sebaceous gland) คอยทำหน้าที่สร้างขี้หู (Earwax หรือ Cerumen) ทำหน้าที่ปกป้องผิวหนัง หล่อลื่นภายในช่องหู พาสิ่งสกปรกออกสู่ภายนอกช่องหู แต่การมีขี้หูอัดแน่นอยู่ภายในช่องหูมากเกินไปก็จะก่อผลเสียทำให้บดบังการได้ยินได้ ส่วนที่ลึกเข้าไปในสุดของช่องหูจะเป็นเยื่อแก้วหู (Tympanic membrane หรือ Eardrum) ส่วนนี้เป็นส่วนสุดท้ายของหูชั้นนอก เยื่อแก้วหูมีลักษณะเป็นเยื่อบาง ๆ กั้นอยู่ระหว่างช่องหูกับหูชั้นกลาง

2. หูชั้นกลาง (Middle ear) คือบริเวณที่ต่อจากด้านในของเยื่อแก้วหูมีลักษณะเป็นโพรงขนาดเล็ก (Tympanic cavity) มีต่อจากส่วนล่างของโพรงของหูชั้นกลางออกไปที่โพรงหลังจมูก (Nasopharynx) ท่อนี้มีชื่อว่าท่อยูสเทเชียน (Eustachian tube) มีหน้าที่ปรับความดันอากาศภายในโพรงของหูชั้นกลางให้เท่ากับความดันอากาศภายนอก ภายในโพรงของหูชั้นกลางประกอบไปด้วยกระดูกชิ้นเล็ก ๆ 3 ชิ้น (Ossicles) เริ่มจากกระดูกค้อน (Malleus) มีส่วนที่เป็นด้ามยาวคล้ายด้ามค้อน (Manubrium) ยึดติดอยู่กับเยื่อแก้วหูและส่วนที่เป็นหัวค้อน (Head) ติดอยู่กับส่วนกลางของกระดูกทั่ง ซึ่งกระดูกทั่ง (Incus) มีลักษณะเป็นแท่งยาว ปลายด้านสั้น (Short crus) ติดกับผนังของโพรงของหูชั้นกลาง ส่วนปลายด้านยาว (Long crus) ติดกับหัวของกระดูกโกลน ส่วนกระดูกโกลน (Stapes) นั้นอยู่ลึกที่สุด มีฐานปลายกระดูกที่ยึดติดอยู่กับเยื่อของช่องรูปไข่ (Oval window) ซึ่งจะต่อไปที่หูชั้นในอีกที นอกจากนี้ภายในหูชั้นกลางยังมีกล้ามเนื้อสำคัญที่ยึดติดอยู่กับกระดูก 3 ชิ้นนี้ อีก 2 มัด คือกล้ามเนื้อเทนเซอร์ติมพาไน (Tensor tympani) ซึ่งยึดติดอยู่กับส่วนด้ามของกระดูกค้อน และกล้ามเนื้อสเตปีเดียส (Stapedius) ซึ่งยึดติดอยู่กับส่วนคอของกระดูกโกลน

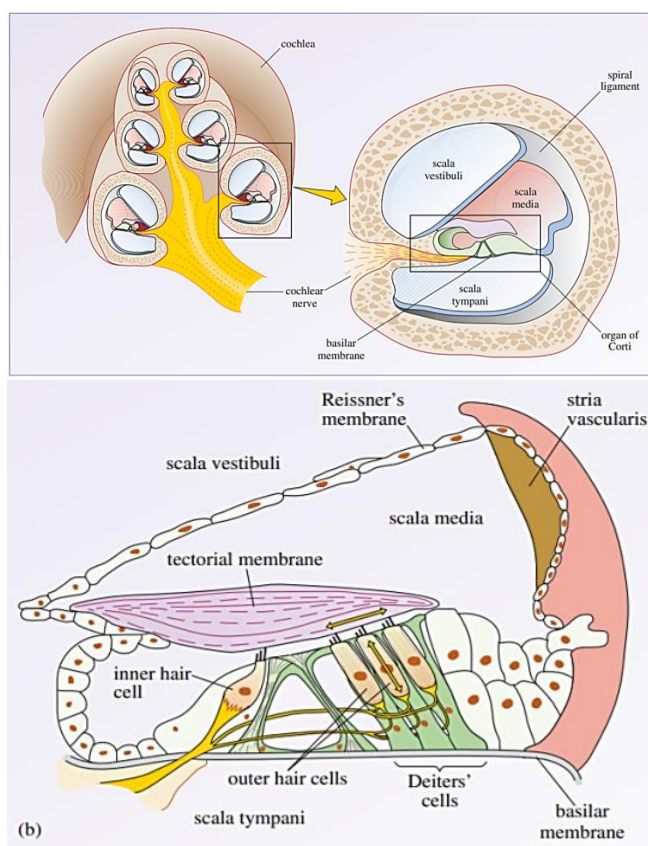
3. หูชั้นใน (Inner ear) เป็นชั้นที่อยู่ลึกที่สุด หูชั้นในแบ่งออกเป็น 2 ส่วนย่อยคือส่วนท่อบริเวณวงกลม (Semicircular canals) ซึ่งเป็นท่อรูปครึ่งวงกลม 3 ท่อ วางทำมุมตั้งฉากกัน ทำหน้าที่เกี่ยวกับการควบคุมการทรงตัว และส่วนของท่อรูปก้นหอย (Cochlea) ซึ่งทำหน้าที่เป็นส่วนสุดท้ายของการรับเสียง มีลักษณะเป็นท่อขดวน 2.5 รอบ คล้ายกับเปลือกของหอยโข่งหรือหอยทาก (ดังภาพที่ 4) ภายในท่อถูกแบ่งออกเป็น 3 ช่องย่อยด้วยเนื้อเยื่อที่อยูตรงกลางซึ่งเรียกว่าสกาล่ามีเดีย (Scala media หรือ Cochlea partition) โดยส่วนขาเข้าที่ต่อมาจากเยื่อของช่องรูปไข่ เรียกว่าช่องสกาล่าเวสทิบูลิ (Scala vestibuli) (ดังภาพที่ 5) เมื่อเดินทางวนเข้าไปจนสุดปลายด้านในของวงก้นหอย (Helicotrema) ก็จะวกกลับออกมาเป็นขาออก เซลล์ขนเหล่านี้ถูกเชื่อมต่อกับเส้นประสาทคอเคลีย (Cochlear nerve) ซึ่งจะส่งสัญญาณประสาทเข้าสู่ก้านสมอง (Brain stem) และ

ไปถึงสมองส่วนนอก (Cerebral cortex) เพื่อประมวลผลเป็นการได้ยินเสียงต่อไป



ภาพที่ 4 ส่วนประกอบของหู

ที่มา: Chittka and Brockmann (2005)



ภาพที่ 5 ส่วนประกอบภายในหูชั้นใน

ที่มา: Ashmore (1989)

กลไกการได้ยิน

หูของมนุษย์สามารถเปลี่ยนเสียงในอากาศซึ่งเป็นพลังงานกล ให้กลายเป็นสัญญาณประสาท สำหรับส่งไปแปลผลที่สมองได้ด้วยกลไกของส่วนประกอบต่าง ๆ ของหู เสียงซึ่งเป็นพลังงานกลเดินทางมาตามการสั่นสะเทือนของอากาศมาที่ใบหู ซึ่งจะทำหน้าที่รวบรวมเสียงให้เข้าสู่ช่องหู

เมื่อเสียงเดินทางเข้าสู่ช่องหู การที่ช่องหูมีรูปร่างโค้งและเอียงจะเป็นตัวช่วยสะท้อนเสียง ทำให้เสียงในบางความถี่ดังชัดขึ้น เชื่อกันว่าผลของการเป็นตัวสะท้อนเสียง (Resonator) ของใบหู และช่องหูนั้น จะช่วยให้เสียงที่มีความถี่ในช่วง 3,000 - 4,000 เฮิรตซ์มีความดังเพิ่มขึ้นมากที่สุด โดยจะดังเพิ่มขึ้นประมาณ 10 - 15 เดซิเบล (Ziayi Ghahnavieh, Pourabdian, & Forouharmajd, 2018) ความถี่เสียงในช่วงนี้จึงเป็นความถี่ที่มนุษย์มีความไวต่อการรับมากที่สุด และเสียงต่อการสูญเสียการได้ยินเนื่องจากการรับสัมผัสเสียงดังได้มากที่สุดด้วย ต่อมาเสียงจะเข้ามาถึงเยื่อแก้วหู ซึ่งทำหน้าที่เปลี่ยนรูปพลังงานเสียง (Transducing mechanism) จากที่เป็นการสั่นสะเทือนของอากาศมาเป็นการสั่นสะเทือนของของแข็งแทน โดยเมื่อเสียงเดินทางผ่านอากาศมาถึงเยื่อแก้วหูจะทำให้เยื่อแก้วหูเกิดการสั่นสะเทือนขึ้น และเยื่อแก้วหูจะส่งแรงสั่นสะเทือนนี้ต่อไปที่กระดูก 3 ชิ้นและส่งแรงสั่นสะเทือนเข้าสู่หูชั้นในซึ่งมีตัวกลางเป็นของเหลวต่อไป

นอกจากนี้หูชั้นกลางยังมีกลไกที่ช่วยป้องกันการเกิดอันตรายต่อหูชั้นในหากได้รับเสียงที่มีความดังมากเกินไปด้วย โดยกลไกนี้มีชื่อเรียกว่าปฏิกิริยาอะคูสติก (Acoustic reflex หรือ Tympanic reflex) คือเมื่อใดที่ร่างกายได้รับเสียงดังมากเกินไป จะกระตุ้นให้เกิดปฏิกิริยานี้ขึ้นแบบอัตโนมัติกับกล้ามเนื้อในหูชั้นกลาง 3 มัด โดยจะเกิดการหดตัวของกล้ามเนื้อสเตปีดียัส (Stapedius reflex) ซึ่งยึดติดกับส่วนคอของกระดูกโกลน ส่งผลให้เกิดการสั่นสะเทือนน้อยลง และอีกด้านหนึ่ง จะกระตุ้นให้เกิดการหดตัวของกล้ามเนื้อเทนเซอร์ทิมพาไน (Tensor tympani reflex) ซึ่งยึดติดอยู่กับส่วนด้ามของกระดูกค้อน เมื่อกล้ามเนื้อมัดนี้หดตัวจะไปดึงส่วนด้ามของกระดูกค้อนซึ่งติดอยู่กับเยื่อแก้วหูทำให้เยื่อแก้วหูตึงขึ้น โดยระดับความดังของเสียงที่เริ่มกระตุ้นปฏิกิริยาอะคูสติกนี้จะเริ่มเกิดขึ้นที่ประมาณ 85 เดซิเบล (Jones, 1990)

ในส่วนกลไกการได้ยินของหูชั้นในนั้น เริ่มจากแรงสั่นสะเทือนจากการที่กระดูกโกลนถ่ายทอดมาสู่ของเหลวเพอริลิมฟ์ภายในท่อรูปก้นหอยทำให้สั่นสะเทือนตามไปด้วยแรงสั่นสะเทือนนี้เริ่มจากเพอริลิมฟ์ในช่องสกาล่าเวสทิบูลไล วนเข้าไปตามรูปร่างของท่อรูปก้นหอยแล้ววกกลับออกมาตามเพอริลิมฟ์ในช่องสกาล่าทิมพาไน แรงสั่นสะเทือนภายในของเหลวที่เกิดขึ้นภายในท่อรูปก้นหอยนี้จะทำให้ส่วนเยื่อเบซิลาร์ขยับตามไป ส่งผลให้เซลล์ขนภายในอวัยวะของคอร์ติที่ดังอยู่บนเยื่อเบซิลาร์ถูกกระตุ้น การกระตุ้นนี้จะทำให้เซลล์ขนส่งสัญญาณประสาทไปตามเซลล์ประสาท

ที่เชื่อมต่ออยู่กับเซลล์ขนแต่ละเซลล์จากนั้นสัญญาณประสาทจะเข้าสู่เส้นประสาทคอเคลียและเข้าสู่สมองเพื่อประมวลผลไปตามลำดับ

อันตรายจากการสัมผัสเสียงดัง

เสียงที่ดังเกินไปไม่เพียงแต่สร้างความรำคาญอย่างเดียว แต่ยังอาจส่งผลกระทบต่อส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย โดยผลกระทบของเสียงดังที่มีผลต่อสุขภาพนั้น มีดังนี้

1. ผลกระทบต่อการได้ยิน

ในหูชั้นในของคนเราจะมีเซลล์ขนจำนวนมากทำหน้าที่รับเสียงและแปลงเป็นสัญญาณไฟฟ้าส่งไปยังสมอง ซึ่งเสียงที่ดังเกินไปจะทำให้เซลล์ขนเหล่านี้ได้รับความเสียหาย จึงทำให้มีปัญหาในการได้ยิน นอกจากนี้การได้ยินเสียงดังติดต่อกันเป็นเวลานานยังอาจทำให้เกิดโรคประสาทหูเสื่อมจากการทำงาน หรือถึงขั้นทำให้หูหนวกได้ (สำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม, 2560)

2. ผลกระทบต่อการนอน

เสียงที่ดังเกินไปจะกระตุ้นสมองให้ตื่นตัวอยู่ตลอดเวลา จึงรู้สึกไม่ผ่อนคลายจนอาจทำให้นอนไม่หลับและส่งผลให้มีอาการง่วงระหว่างวันได้ อีกทั้งการพักผ่อนไม่เพียงพอติดต่อกันเป็นเวลานานยังเพิ่มความเสี่ยงต่อโรคร้ายแรงอีกหลายชนิด เช่น โรคเบาหวาน หรือโรคหัวใจ เป็นต้น (Frumkin & Haines, 2019)

3. ผลกระทบต่อระบบภูมิคุ้มกัน

เสียงที่ดังเกินไปจะส่งผลให้ร่างกายหลั่งฮอร์โมนความเครียดออกมา ซึ่งฮอร์โมนประเภทนี้จะทำให้ระดับภูมิคุ้มกันของร่างกายต่ำลง จึงเสี่ยงต่อการติดเชื้อแบคทีเรียหรือไวรัสชนิดต่าง ๆ มากขึ้น จนอาจนำไปสู่การเจ็บป่วยได้ (Zhang et al., 2021)

4. ผลกระทบต่อสมาธิและอารมณ์ความรู้สึก

การที่ต้องอยู่ในสถานที่ที่มีเสียงรบกวนอาจทำให้เกิดผลกระทบต่อการใช้สมาธิหรืออารมณ์ความรู้สึกได้ อีกทั้งเสียงดังยังทำให้ผู้ที่มีความเครียดหรือความกังวลใจอยู่แล้วมีอาการหนักไปกว่าเดิมได้

นอกจากผลกระทบต่อสุขภาพแล้ว เสียงดังยังส่งผลในเรื่องของความปลอดภัยในการทำงานด้วย ทำให้ผู้ปฏิบัติงานในสภาพแวดล้อมนั้นมีความยากลำบากในการสื่อสาร ขาดสมาธิในการทำงาน และความสามารถในการได้ยินสัญญาณเตือนภัยต่าง ๆ ลดลง จึงเพิ่มความเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุจากการทำงานได้ (Amjad-Sardrudi, Dormohammadi, Golmohammadi, & Poorolajal, 2012)

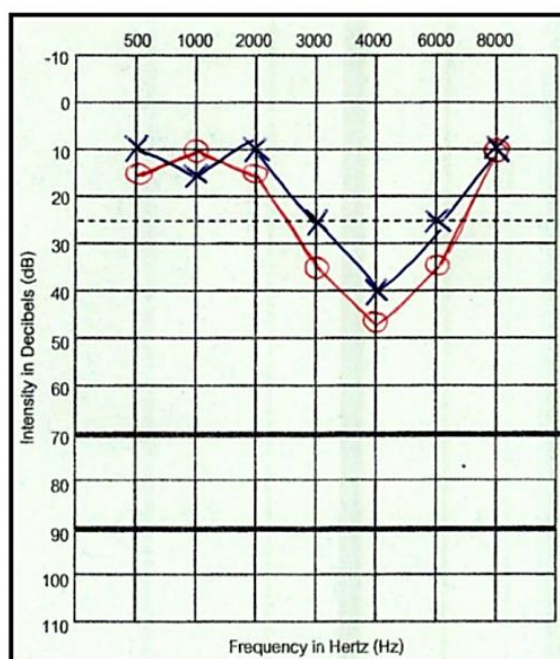
โรคประสาทหูเสื่อมจากเสียงดัง

โรคประสาทหูเสื่อมจากเสียงดัง หรือการสูญเสียการได้ยินจากเสียงดัง เป็นโรคในกลุ่มการสูญเสียการได้ยินจากระบบประสาทการรับเสียง (Sensorineural Hearing Loss; SNHL) มีสาเหตุจากการได้รับสัมผัสเสียงที่ดังมากเกินไป จนเกิดการเสื่อมลงของการทำงานของหูชั้นใน ทำให้มีระดับการได้ยินลดลง โดยระดับความดังของเสียงที่เริ่มทำให้เกิดโรคนี้ขึ้นได้มีระดับความดังตั้งแต่ 80 dBA ขึ้นไป (Mirza et al., 2018; Prince, Stayner, Smith, & Gilbert, 1997) ถ้าหากการสัมผัสที่ระดับ 85 dB ขึ้นไป จะมีความเสี่ยงที่จะเป็นโรคมามากยิ่งขึ้น (Mirza et al., 2018) ส่วนระยะเวลาในการสัมผัสที่เริ่มทำให้เกิดอาการ อาจใช้เวลาเร็วเพียงไม่กี่นาทีถึงไม่กี่ชั่วโมงก็สามารถเกิดอาการขึ้นได้ขึ้นอยู่กับระดับความดัง โดยอาการที่เกิดขึ้นจะเป็นการเสื่อมลงของระดับการได้ยินแบบชั่วคราว (Temporary Threshold Shift; TTS) แต่หากได้รับสัมผัสเสียงดังต่อเนื่องไปอีกเป็นเวลานานหลายเดือนหรือหลายปี ก็จะทำให้เกิดการเสื่อมลงของระดับการได้ยินแบบถาวร (Permanent Threshold Shift; PTS) ซึ่งการได้รับเสียงดังสะสมเป็นระยะเวลานานนี้ ต้องใช้เวลาอย่างน้อย 6 เดือนจึงจะเกิดขึ้นภาวะนี้ขึ้นได้ (Aw et al., 2009)

สำหรับกลไกการเกิดโรคประสาทหูเสื่อมจากเสียงดังนั้นเชื่อว่าเกิดจากเสียงที่ดังเกินไปทำให้เกิดแรงกล (Mechanical disturbance) (Kurabi, Keithley, Housley, Ryan, & Wong, 2017) เข้าไปทำลายส่วนเซลล์ขนที่อยู่ภายในท่อรูปก้นหอยในหูชั้นใน โดยพบว่า จะทำให้ส่วนขน (Cilia) นั้นเกิดการบิดเบี้ยวและเรียงตัวกันไม่เป็นระเบียบ ซึ่งก็จะเกิดภาวะ Temporary threshold shift ขึ้นเมื่อได้พักหูไปประมาณ 16 - 48 ชั่วโมง (Mirza et al., 2018) เซลล์ขนจะกลับมามีโครงสร้างและเรียงตัวเป็นระเบียบได้ดังเดิม แต่หากเซลล์ขนถูกรบกวนอย่างรุนแรงหรือต่อเนื่องยาวนานแล้ว จะทำให้ส่วนขนบนเซลล์นั้นตายลง เกิดภาวะ Permanent threshold shift ขึ้นนั่นเอง

ลักษณะอาการที่พบได้บ่อยของโรคประสาทหูเสื่อมจากเสียงดัง ได้แก่

1. การลดลงของระดับการได้ยินมักจะเกิดขึ้นแบบค่อยเป็นค่อยไปกับหูทั้ง 2 ข้าง (Bilateral) ในระดับความรุนแรงที่เท่ากันหรือใกล้เคียงกัน (Symmetry)
2. ลักษณะความผิดปกติที่พบในออডিแกรมจะมีลักษณะเฉพาะ คือจะมีลักษณะเป็นรอยบาก (Notch) ชูลงที่ความถี่ 4,000 Hz ที่หูทั้ง 2 ข้างในระดับความรุนแรงที่ใกล้เคียงกัน (ดังแสดงในภาพที่ 6) ลักษณะที่เป็น Notch นี้จะเป็นความผิดปกติแรกๆที่พบในออডিโอแกรม และเกิดขึ้นได้ตั้งแต่ยังไม่มีอาการทางคลินิก โดยปกติตำแหน่งที่เกิด Notch จะอยู่ที่ 4,000 Hz แต่ในผู้ป่วยบางรายอาจพบอยู่ที่ตำแหน่งอื่นระหว่าง 3,000 - 6,000 Hz ก็ได้ (Mirza et al., 2018)



ภาพที่ 6 ลักษณะความผิดปกติที่พบในออติแแกรม

ที่มา: <https://drive.google.com/file/d/1cvNF8pGiF2Ki8wSuNGKJcoWk0M49xlkb/view> (วันที่ค้นข้อมูล 18 มีนาคม พ.ศ. 2565)

3. ในระยะแรกของโรค ค่าเฉลี่ยของระดับการได้ยินที่ความถี่ต่ำ (500, 1,000 และ 2,000 Hz) มักจะดีกว่าค่าเฉลี่ยของระดับการได้ยินที่ความถี่สูง (3,000, 4,000 และ 6,000 Hz) และที่ความถี่ 8,000 Hz ระดับการได้ยินมักจะกลับมาดีขึ้น ลักษณะนี้จะมีความแตกต่างจากโรคประสาทหูเสื่อมตามอายุ (Presbycusis) เนื่องจากออติโอแกรมของผู้ที่เป็นโรคประสาทหูเสื่อมตามอายุมักจะมีลักษณะกราฟที่ความถี่ 8,000 Hz ราบต่ำลงไป (Down-sloping pattern) ซึ่งความแตกต่างนี้ถือว่ามีประโยชน์ในการช่วยแพทย์วินิจฉัยแยกโรคในเบื้องต้นได้ (Mirza et al., 2018)

4. เมื่อสัมผัสเสียงดังไปเป็นเวลานานจนระดับการได้ยินแย่ลง กราฟออติโอแกรมจะมีลักษณะราบมากขึ้น ลักษณะ Notch อาจจะหายไป และในที่สุดกราฟออติโอแกรมจะมีลักษณะแบนราบ สำหรับการสูญเสียการได้ยินจากเสียงดังเพียงอย่างเดียวนั้น เชื่อกันว่าจะไม่ทำให้ระดับการได้ยินในช่วงเสียงความถี่สูงลดลงเกินกว่าประมาณ 70 dB HL และระดับการได้ยินในช่วงความถี่ต่ำลดลงเกินกว่าประมาณ 40 dB HL และหากเปรียบเทียบกับผู้ที่เป็นโรคประสาทหูเสื่อมตามอายุจะพบว่า โรคประสาทหูเสื่อมตามอายุสามารถทำให้มีระดับการได้ยินลดต่ำลงกว่าระดับที่กล่าวมานี้ (Mirza et al., 2018)

5. ในการสัมผัสเสียงดังเป็นเวลานานหลายปีนั้น การลดลงของระดับการได้ยิน ในช่วง 10 – 15 ปีแรกมักจะลดลงอย่างรวดเร็ว และเมื่อระดับการได้ยินยิ่งลดต่ำลงมากแล้ว อัตราการลดลงของระดับการได้ยินมักจะช้าลง ลักษณะนี้มีความแตกต่างจากโรคประสาทหูเสื่อมตามอายุ ซึ่งเมื่อเวลาผ่านไป อัตราการลดลงของระดับการได้ยินจะยิ่งเพิ่มขึ้น (Mirza et al., 2018)

6. เมื่อหยุดการสัมผัสเสียงดังแล้ว โรคประสาทหูเสื่อมจากเสียงดังก็จะหยุดการดำเนินโรคไปด้วย จะไม่เกิดการเสื่อมถอยของระดับการได้ยินมากขึ้นไปอีก

7. ปัจจัยส่งเสริมการเกิดโรค เชื่อว่าการสัมผัสตัวทำละลายบางชนิด เช่น สไตรีน (Styrene) โทลูอิน (Toluene) ไซลีน (Xylene) เฮกเซน (n-Hexane) และ ไตรคลอโรเอทิลีน (Trichloroethylene) เป็นต้น (Hodgkinson & Prasher, 2006; Mirza et al., 2018; Morata et al., 2011) จะสามารถทำให้เกิดโรคประสาทหูเสื่อมจากเสียงดังขึ้นได้ แม้ว่าการสัมผัสเสียงดังที่ไม่ถึง 85 เดซิเบลก็ตาม นอกจากนี้ยังมีสารเคมีอีกหลายชนิดที่มีหลักฐานสนับสนุนว่าอาจส่งเสริมให้เกิดโรคประสาทหูเสื่อมได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สารเคมีที่เป็นปัจจัยส่งเสริมให้เกิดโรคประสาทหูเสื่อมจากการสัมผัสเสียงดัง

Substance Class	Chemicals
Pharmaceuticals	Aminoglycosidic antibiotics (e.g. streptomycin, gentamycin) and some antibiotics (e.g.tetracyclines), Loop diuretics (e.g. furosemide, ethacrynic acid), Certain analgesic and antipyretics (salicylate, quinine, chloroquine), Certain antineoplastic agents (e.g. cisplatin, carboplatin, bleomycin).
Solvents	Carbon disulfide, n-hexane, toluene, p-xylene, ethylbenzene, n-propylbenzene, styrene and methylstyrene, trichloroethylene.
Asphyxiants	Carbon monoxide, hydrogen cyanide and its salts, tobacco smoke.
Nitriles	3-Butenenitrile, cis-2-pentenitrile, acrylonitrile, cis-crotonitrile, 3,3-iminodipropionitrile.
Metals and Compounds	Mercury compounds, germanium dioxide, organic tin compounds, lead.

ที่มา: Occupational Safety and Health Administration (2018)

วิธีป้องกันการสัมผัสเสียงดัง

สำหรับวิธีการป้องกันการสัมผัสเสียงดังได้มีการอ้างอิงตาม National Institute for Occupational Safety and Health (2018) ประกอบไปด้วย

1. การกำจัดหรือการทดแทน (Elimination or substitution)

การกำจัดแหล่งกำเนิดของเสียงดังจัดเป็นมาตรการในการป้องกันการสัมผัสที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด แต่หากไม่สามารถกำจัดแหล่งกำเนิดของเสียงดังได้ อาจพิจารณาใช้วัสดุหรือกระบวนการอื่นทดแทนแหล่งกำเนิดเสียงนั้น ๆ เช่น ใช้วัสดุที่ทำมาจากพลาสติกทดแทนวัสดุที่ทำมาจากโลหะ ทำให้เสียงดังที่เกิดจากการกระทบกันเบาลง เป็นต้น

2. การควบคุมทางวิศวกรรม (Engineering controls)

การควบคุมทางวิศวกรรมเกี่ยวข้องกับการปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ กระบวนการ หรือสภาพแวดล้อมเพื่อลดเสียงหรือส่งพลังงานเสียงไปยังพนักงานได้น้อยลง เช่น การบำรุงรักษาเครื่องมือและอุปกรณ์เป็นประจำ การออกแบบเพื่อลดการสั่นสะเทือนของวัตถุหรือเครื่องจักร การปิดหุ้มแหล่งกำเนิดเสียง หรือการติดตั้งวัสดุดูดซับเสียง เป็นต้น

3. การควบคุมด้านบริหารจัดการ (Administrative controls)

การควบคุมด้านบริหารจัดการทำได้โดยการเปลี่ยนวิธีการทำงานเพื่อให้มีแนวทางและขั้นตอนที่เหมาะสมและเพื่อสร้างกระบวนการหรือขั้นตอนการทำงานที่มีประสิทธิภาพ เช่น การจัดอบรมและการฝึกปฏิบัติการทำงาน การสับเปลี่ยนหมุนเวียนหน้าที่การทำงานของพนักงานเพื่อลดระยะเวลาการสัมผัสเสียงดัง เป็นต้น

4. การใช้อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคล (Personal protective equipment)

การใช้อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคลเป็นมาตรการลำดับสุดท้ายในการป้องกันการสัมผัสเสียงดัง หากมาตรการต่าง ๆ ข้างต้นไม่สามารถดำเนินการได้หรือไม่สามารถลดความเสี่ยงได้อย่างเพียงพอ ซึ่งอุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคลที่นำมาใช้ในการป้องกันการสัมผัสเสียงดัง ได้แก่ ที่ครอบหู (Ear muffs) และที่อุดหู (Ear plugs)

กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับเสียงดัง

กฎกระทรวง กำหนดมาตรฐานในการบริหาร จัดการ และดำเนินการด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงานเกี่ยวกับความร้อน แสงสว่าง และเสียง พ.ศ. 2559

หมวด 3

ข้อ 7 นายจ้างต้องควบคุมระดับเสียงมิให้ลูกจ้างได้รับสัมผัสเสียงในบริเวณ

สถานประกอบกิจการที่มีระดับเสียงสูงสุด (Peak sound pressure level) ของเสียงกระทบหรือเสียง

กระแทก (Impact or impulse noise) เกิน 140 เดซิเบล หรือได้รับสัมผัสเสียงที่มีระดับเสียงดังต่อเนื่องแบบคงที่ (Continuous steady noise) เกินกว่า 115 เดซิเบลเอ

ข้อ 8 นายจ้างต้องควบคุมระดับเสียงที่ลูกจ้างได้รับเฉลี่ยตลอดเวลาการทำงานในแต่ละวัน (Time Weighted Average-TWA) มิให้เกินมาตรฐานตามที่อธิบดีประกาศกำหนด

ข้อ 9 ภายในสถานประกอบกิจการที่สภาวะการทำงานมีระดับเสียงเกินมาตรฐานที่กำหนดในข้อ 7 หรือมีระดับเสียงที่ลูกจ้างได้รับเกินมาตรฐานที่กำหนดในข้อ 8 นายจ้างต้องให้ลูกจ้าง หยุดทำงานจนกว่าจะได้ปรับปรุงหรือแก้ไขให้ระดับเสียงเป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนด และให้นายจ้าง ดำเนินการปรับปรุงหรือแก้ไขทางด้านวิศวกรรม โดยการควบคุมที่ต้นกำเนิดของเสียงหรือทางผ่านของเสียง หรือบริหารจัดการเพื่อควบคุมระดับเสียงที่ลูกจ้างจะได้รับให้ไม่เกินมาตรฐานที่กำหนด และจัดให้มีการปิดประกาศและเอกสารหรือหลักฐานในการดำเนินการปรับปรุงหรือแก้ไขดังกล่าวไว้เพื่อให้พนักงานตรวจความปลอดภัยสามารถตรวจสอบได้

ในกรณีที่ไม่สามารถดำเนินการตามวรรคหนึ่งได้ นายจ้างต้องจัดให้ลูกจ้างสวมใส่ อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคลตามที่กำหนดตลอดเวลาที่ทำงาน เพื่อลดระดับเสียงที่สัมผัสในหูเมื่อสวมใส่ อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคลแล้ว โดยให้อยู่ในระดับที่ไม่เกินมาตรฐานตามที่กำหนดไว้ในข้อ 7 และข้อ 8 การคำนวณระดับเสียงที่สัมผัสในหูเมื่อสวมใส่ อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคล ตามวรรคสองให้เป็นไปตามที่อธิบดีประกาศกำหนด

ข้อ 10 ในบริเวณที่มีระดับเสียงเกินมาตรฐานที่กำหนดในข้อ 7 หรือข้อ 8 นายจ้างต้อง จัดให้มีเครื่องหมายเตือนให้ใช้อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคลติดไว้ให้ลูกจ้างเห็นได้โดยชัดเจน

ข้อ 11 ในกรณีที่สภาวะการทำงานในสถานประกอบกิจการมีระดับเสียงที่ลูกจ้างได้รับเฉลี่ย ตลอดระยะเวลาการทำงานแปดชั่วโมงตั้งแต่ 85 เดซิเบลเอขึ้นไปให้นายจ้างจัดให้มีมาตรการอนุรักษ์การได้ยินในสถานประกอบกิจการตามหลักเกณฑ์และวิธีการที่อธิบดีประกาศกำหนด

แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการเฝ้าระวังการได้ยินและการทดสอบสมรรถภาพการได้ยินด้วย Audiometer

การสัมผัสเสียงดังจากการทำงานในโรงงานอุตสาหกรรมเป็นสาเหตุหนึ่งที่สำคัญที่ทำให้เกิดการสูญเสียสมรรถภาพการได้ยินถาวร วิธีที่ลดผลกระทบดังกล่าวได้ดีที่สุด คือการป้องกันไม่ให้พนักงานทำงานสัมผัสเสียงดัง ซึ่งประกอบด้วยการควบคุมเสียงที่แหล่งกำเนิด การสวมอุปกรณ์ป้องกันการสัมผัสเสียงดัง การให้ความรู้เกี่ยวกับอันตรายและการป้องกันการสัมผัสเสียงจากการทำงาน รวมไปถึงการเฝ้าระวังการได้ยิน (LaDou, 2022) ดังนั้นประเทศไทยจึงมีกฎหมาย

บังคับให้มีการเฝ้าระวังการได้ยิน โดยกระทรวงแรงงาน (2561) ได้กำหนดให้ดำเนินการทดสอบสมรรถภาพการได้ยินในผู้ที่ทำงานสัมผัสเสียงดังเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการทำงานแปดชั่วโมงตั้งแต่ 85 เดซิเบลขึ้นไป และต้องได้รับการทดสอบสมรรถภาพการได้ยินอย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง หากผลการทดสอบสมรรถภาพการได้ยินพบว่า ลูกจ้างสูญเสียการได้ยินที่หูข้างใดข้างหนึ่งตั้งแต่สิบห้า เดซิเบลขึ้นไปที่มีความถี่ใดความถี่หนึ่ง ให้นายจ้างจัดให้มีมาตรการป้องกันอันตรายอย่างหนึ่งอย่างใดแก่ลูกจ้าง ได้แก่ จัดให้ลูกจ้างสวมใส่อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคล หรือเปลี่ยนงานให้ลูกจ้างหรือหมุนเวียนสลับหน้าที่ระหว่างลูกจ้างด้วยกัน เพื่อให้ระดับเสียงที่ลูกจ้างได้รับเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการทำงานแปดชั่วโมงน้อยกว่า 85 เดซิเบลเอ

อย่างไรก็ตามในบางองค์กร เช่น Health and Safety Execution (HSE) และ American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) เป็นต้น ได้มีคำแนะนำให้มีการทดสอบสมรรถภาพการได้ยินในกลุ่มผู้ปฏิบัติงานที่สัมผัสเสียงดังตั้งแต่ 80 เดซิเบลขึ้นไปและมีการสัมผัสสารเคมีที่มีผลต่อเซลล์ประสาทของหูร่วมด้วย เพื่อเฝ้าระวังอาการเปลี่ยนแปลงในระยะแรกเริ่มที่จะพัฒนาไปเป็นโรคประสาทหูเสื่อมจากเสียงดังได้ในอนาคต

การทดสอบสมรรถภาพการได้ยิน (Hearing test) เป็นการทดสอบที่ผู้ให้บริการทางการแพทย์ใช้ดำเนินการโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ทราบว่าผู้เข้ารับการตรวจมีความสามารถในการได้ยินปกติหรือไม่ วิธีการทดสอบนั้นมีหลากหลายวิธี เช่น การทดสอบสมรรถภาพการได้ยินด้วยเสียงกระซิบ (Whispered voice test) การทดสอบสมรรถภาพการได้ยินด้วยเสียงพูดคุยกติ (Speech test) หรือการทดสอบสมรรถภาพการได้ยินด้วยเสียงถูนิ้วมือ (Finger rub test) (Torres-Russotto et al., 2009) แต่วิธีที่เป็นที่นิยมมากที่สุดคือการทดสอบสมรรถภาพการได้ยินด้วยเครื่องตรวจการได้ยิน (Audiometer) เนื่องจากวิธีการทดสอบไม่ยากจนเกินไป ให้ข้อมูลที่ละเอียด สามารถนำไปใช้ในการวินิจฉัยหรือเฝ้าระวังโรคต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการได้ยินได้

การทดสอบสมรรถภาพการได้ยินด้วยเครื่องตรวจการได้ยิน (Audiometer)

การทดสอบสมรรถภาพการได้ยินด้วยเครื่องตรวจการได้ยิน (Audiometer) เป็นการทดสอบสมรรถภาพการได้ยินที่เป็นวิธีมาตรฐาน และเป็นวิธีที่ได้รับความนิยมมากที่สุด ผู้ให้บริการทางการแพทย์สามารถนำผลการทดสอบนี้มาใช้ประเมินสมรรถภาพการได้ยินของผู้เข้ารับการทดสอบหรือผู้ป่วย เพื่อเป็นการวินิจฉัยโรคและเพื่อการคัดกรองหรือป้องกันโรค โดยสามารถทำการทดสอบนี้ได้ทั้งในสถานพยาบาล รวมถึงในสถานประกอบการที่มีความพร้อมด้านบุคลากรสถานที่ และเครื่องมือด้วย นอกจากนี้การทดสอบชนิดนี้เป็นภาคบังคับที่ใช้ในการประเมินสมรรถภาพการได้ยินของลูกจ้างที่ทำงานสัมผัสเสียงดังตามกฎหมายของประเทศไทยอีกด้วย (กรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน, 2561)

มาตรฐานที่เกี่ยวข้องในการทดสอบสมรรถภาพการได้ยิน

การทดสอบสมรรถภาพการได้ยินในงานอาชีวอนามัยนั้นต้องอาศัยเครื่องมือที่ได้มาตรฐาน สถานที่ที่เหมาะสมแก่การทดสอบ และบุคลากรที่มีความรู้และความชำนาญในการทดสอบ เพื่อความถูกต้องและแม่นยำของผลการทดสอบสมรรถภาพการได้ยิน ซึ่งในประเทศไทยได้มีข้อกำหนดหรือคำแนะนำเกี่ยวกับมาตรฐานด้านต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. เครื่องตรวจสอบสมรรถภาพการได้ยิน (Audiometer) ตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม (2555) มีการกำหนดไว้ว่าต้องเป็นไปตามมาตรฐาน ANSI/ASA S3.6

2. สถานที่ทดสอบสมรรถภาพการได้ยิน ตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม (2555) มีการกำหนดไว้ว่าให้เป็นไปตามแนวทางของหน่วยงานด้านความปลอดภัยและอาชีวอนามัยในการทำงานของกระทรวงแรงงาน ประเทศสหรัฐอเมริกา (Occupational Safety and Health Administration; OSHA) ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ระดับเสียงในห้องที่ทำการตรวจคัดกรองสมรรถภาพการได้ยินตามเกณฑ์ของ OSHA

ความถี่ (Hz)	500	1,000	2,000	4,000	8,000
ระดับเสียง (dB)	40	40	47	57	62

ที่มา: Occupational Safety and Health Administration (1983)

3. บุคลากรหรือเจ้าหน้าที่ผู้ทำการทดสอบ ตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม (2555) มีการกำหนดไว้ว่าต้องเป็นผู้ที่จบหลักสูตรอาชีวอนามัยและความปลอดภัย หรือหลักสูตรสุขศาสตร์อุตสาหกรรมและความปลอดภัย หรือพยาบาลอาชีวอนามัย หรือแพทยอาชีวเวชศาสตร์ หรือนักโสตสัมผัสวิทยาหรือผ่านการอบรมหลักสูตรที่ได้รับการรับรองจากกระทรวงสาธารณสุขหรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้องหรือหน่วยงานอื่นที่เทียบเท่า ในขณะที่สำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม (2560) ได้ระบุไว้ว่า ผู้ที่สามารถทำหน้าที่เป็นผู้ทำการทดสอบสมรรถภาพการได้ยินในงานอาชีวอนามัยในประเทศไทย ได้แก่ แพทย์ พยาบาล และนักแก้ไขการได้ยิน

ขั้นตอนการทดสอบสมรรถภาพการได้ยิน

จากแนวทางขององค์กร British Society of Audiology (2011) มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ผู้ทำการตรวจจะต้องอธิบายกระบวนการตรวจทั้งหมดให้ผู้เข้ารับการตรวจเข้าใจ

2. ทำการบันทึกข้อมูลส่วนตัวของผู้เข้ารับการตรวจ และข้อมูลของเครื่องตรวจการได้ยินลงในใบรายงานผลการตรวจ ระบุลักษณะของการตรวจว่าเป็นการตรวจหาออติโอแกรมชนิดใด ระบุเทคนิคที่จะใช้ในการตรวจ รวมถึงชื่อและนามสกุลของผู้ทำการตรวจด้วย

3. สอบถามประวัติผู้เข้ารับการตรวจ เกี่ยวกับการสัมผัสเสียงดังในช่วง 12 ชั่วโมงที่ผ่านมา หากมีการสัมผัสเสียงดังให้ผู้ทำการตรวจบันทึกไว้

4. ให้ทำการสอบถามเกี่ยวกับอาการเสียงในหู (Tinnitus) ด้วยว่ามีหรือไม่ถ้าผู้เข้ารับการตรวจแจ้งว่า “มี” ให้สอบถามว่ามีอยู่ในหูข้างใด ลักษณะของเสียงเป็นอย่างไร

5. สอบถามประวัติอื่น ๆ ที่อาจมีประโยชน์ในการประเมินผลการตรวจ เช่น ประวัติการเจ็บป่วยในอดีต ประวัติการเจ็บป่วยในปัจจุบัน ประวัติอุบัติเหตุที่ศีรษะในอดีต ประวัติการใช้ยา เป็นต้น

6. หากจัดให้มีการส่องตรวจช่องหู (Otoscope examination) ให้ดำเนินการก่อนที่จะเข้าไปในห้องตรวจการได้ยิน โดยให้ผู้ส่งตรวจหรือผู้ทำการตรวจส่องตรวจช่องหูของผู้เข้ารับการตรวจทั้ง 2 ข้าง แล้วบันทึกผลตรวจที่พบไว้ในใบรายงานผลการตรวจ

7. เชิญผู้เข้ารับการตรวจเข้าไปภายในห้องตรวจการได้ยิน จัดที่นั่งให้กับผู้เข้ารับการตรวจ โดยเก้าอี้ที่ใช้นั่งภายในห้องตรวจการได้ยินนั้น จะต้องมีความมั่นคง ไม่เสี่ยงต่อการล้ม (American Speech Language Hearing Association, 2005) การจัดที่นั่งจะต้องทำให้ผู้เข้ารับการตรวจมองไม่เห็นการเคลื่อนไหวของผู้ทำการตรวจ เพื่อให้ผู้เข้ารับการตรวจไม่สามารถคาดเดาการปล่อยสัญญาณเสียงได้แต่ฝ่ายผู้ทำการตรวจจะต้องมองเห็นผู้เข้ารับการตรวจได้ดีเนื่องจากหากเกิดเหตุการณ์ผิดปกติขึ้นจะได้ทำการช่วยเหลือได้ทัน (American Speech Language Hearing Association, 2005) ส่วนใหญ่การจัดที่นั่งที่นิยมคือให้ผู้เข้ารับการตรวจนั่งหันข้างให้กับผู้ทำการตรวจ เพื่อให้ผู้ทำการตรวจสามารถมองเห็นผู้เข้ารับการตรวจผ่านผนังด้านที่เป็นกระจกใสของห้องตรวจการได้ยินได้ ดังภาพที่ 7



ภาพที่ 7 ตัวอย่างการจัดที่นั่งที่เหมาะสม

ที่มา: สำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม (2560)

8. หากห้องตรวจการได้ยินมีระบบสื่อสารระหว่างผู้ทำการตรวจกับผู้รับการตรวจ ให้ผู้ทำการตรวจแจ้งวิธีการให้แก่ผู้รับการตรวจด้วย

9. อธิบายขั้นตอนการตรวจ โดยลักษณะการพูดบอกวิธีตรวจนั้นจะต้องชัดเจน

10. ดำเนินการใส่หูฟัง โดยก่อนใส่หูฟัง ให้ผู้รับการตรวจถอดสิ่งของใด ๆ ที่อาจขวางระหว่างหูฟังกับใบหูและศีรษะ ทำให้ใส่หูฟังได้ไม่แนบสนิทออกเสียก่อน

11. เริ่มทำการตรวจจากหูข้างที่ผู้รับการตรวจแจ้งว่ามีการได้ยินดีกว่า ถ้าผู้รับการตรวจแจ้งว่ามีการได้ยิน 2 ข้างดีเท่ากันให้ตรวจหูข้างขวาก่อนเสมอ

12. เริ่มทำการทดสอบโดยปล่อยสัญญาณเสียงบริสุทธิ์ที่ความถี่ 1,000 Hz ในระดับความดัง 40 dB HL ไปที่หูข้างแรกที่ทำกรตรวจ หากผู้รับการตรวจตอบสนองต่อสัญญาณเสียงแรก ให้เริ่มทำการตรวจต่อไปได้แต่หากไม่ตอบสนอง ให้เพิ่มระดับความดังขึ้นทีละ 10 dB HL จนกว่าจะได้ยิน ถ้าเพิ่มระดับความดังไปจนถึงระดับ 80 dB HL แล้วยังไม่ได้ยิน ให้เพิ่มระดับความดังอีกทีละ 5 dB HL (พร้อมกับสังเกตด้วยว่าผู้รับการตรวจเกิดความไม่สบายหูขึ้นหรือไม่) จนกว่าผู้รับการตรวจจะได้ยินเมื่อได้ยินแล้วให้เริ่มทำการตรวจต่อไปได้

13. ลำดับการตรวจ ให้เริ่มจากการตรวจที่ความถี่ 1,000 Hz จากนั้นตรวจที่ความถี่ 2,000 3,000 4,000, 6,000 และ 8,000 Hz ตามลำดับ จากนั้นกลับมาทำการตรวจที่ 500 Hz และเฉพาะหูแรกที่ทำการตรวจ ให้กลับมาทำการตรวจที่ 1,000 Hz ซ้ำอีกครั้งหนึ่ง เพื่อตรวจสอบว่ามีความแปรปรวนจากค่าที่ตรวจได้ในครั้งแรกเกิน 5 dB HL หรือไม่ ถ้าไม่เกินให้บันทึกค่าที่ตรวจได้ต่ำกว่าลงในออติโอแกรม แต่ถ้าเกินจะต้องหาสาเหตุที่ทำให้เกิดความแปรปรวนขึ้น โดยให้ผู้ทำการตรวจหยุดทำการตรวจชั่วคราว จัดตำแหน่งหูฟังใหม่ และชี้แจงขั้นตอนการตรวจซ้ำอีกครั้ง จากนั้นทำการตรวจที่ความถี่ 1,000 Hz นี้อีกครั้ง ถ้ายังได้ค่าที่แตกต่างจากค่าที่ตรวจได้ครั้งแรกเกิน 5 dB HL ให้แจ้งผู้สั่งการตรวจเพื่อมาสืบหาสาเหตุและดำเนินการต่อไป สำหรับหูที่ทำการตรวจเป็นลำดับที่ 2 ไม่ต้องทำกระบวนการตรวจสอบความแปรปรวนนี้

14. ในการหาระดับเสียงต่ำสุดที่ได้ยิน (Hearing threshold level) ในแต่ละความถี่นั้น ให้ทำการลดระดับความดังของสัญญาณเสียงลงทีละ 10 dB HL (เช่น ที่ความถี่ 1,000 Hz ถ้าได้ยินสัญญาณเสียงที่ 40 dB HL ครั้งต่อมาทำให้ลดระดับความดังเหลือ 30 dB HL) ลดลงไปเรื่อย ๆ จนถึงระดับที่ผู้เข้ารับการตรวจไม่ได้ยิน เมื่อถึงระดับที่ผู้เข้ารับการตรวจไม่ได้ยินแล้ว ให้เพิ่มระดับความดังขึ้นทีละ 5 dB HL จนถึงระดับที่ผู้เข้ารับการตรวจนั้นได้ยินอีกครั้งหนึ่ง

15. ให้ทำการลดระดับความดังลงทีละ 10 dB HL จนไม่ได้ยิน และเพิ่มระดับความดังขึ้นทีละ 5 dB HL จนได้ยินซ้ำ 2 - 4 ครั้ง ถ้าผู้เข้ารับการตรวจตอบสนองถูกต้องได้เกิน 50 % (คือตอบสนองถูกต้อง 2 ใน 2 ครั้ง หรือ 3 ใน 4 ครั้ง) จะถือว่าระดับความดังนั้นเป็นระดับเสียงต่ำสุดที่ได้ยินของความถี่นั้น ให้ทำการบันทึกผลที่ได้ลงในออติโอแกรม

16. ทำการตรวจในความถี่ถัดไป โดยเริ่มที่ระดับความดังที่มากกว่าระดับเสียงต่ำสุดที่ได้ยินของความถี่ก่อนหน้า 30 dB HL (เช่น ถ้าความถี่ก่อนหน้ามีระดับเสียงต่ำสุดที่ได้ยินเท่ากับ 20 dB HL ก็ให้เริ่มการตรวจในความถี่ถัดไปที่ระดับความดัง $20 + 30 \text{ dB HL} = 50 \text{ dB HL}$ เป็นต้น) ใช้วิธีการลดระดับความดังลงทีละ 10 dB HL และเพิ่มระดับความดังขึ้นทีละ 5 dB HL เพื่อหาระดับเสียงต่ำสุดที่ได้ยินไปเรื่อย ๆ จนครบทุกความถี่

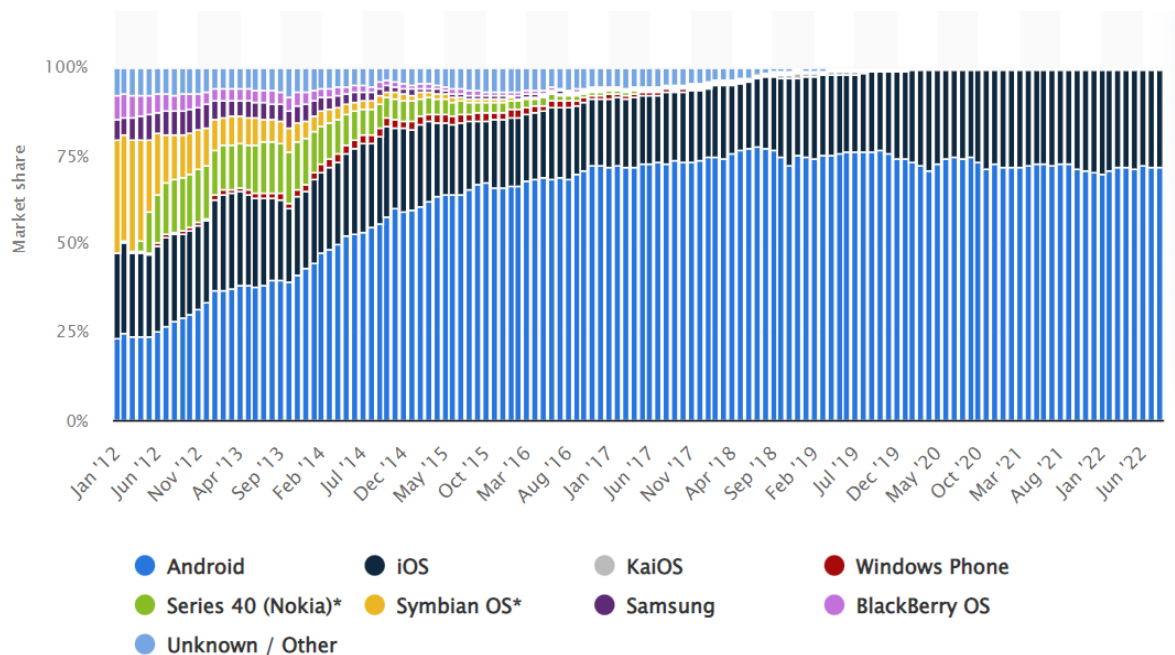
17. ทำการตรวจในหูอีกข้างที่เหลือด้วยเทคนิคเดียวกันไปจนครบทุกความถี่

หลักการของแอปพลิเคชันในสมาร์ตโฟนและหูฟังประเภทไร้สาย

แอปพลิเคชันในสมาร์ตโฟน

ปัจจุบันสมาร์ตโฟนเป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้กันอย่างแพร่หลายทั่วโลก และเข้ามามีบทบาทอย่างมากในชีวิตประจำวัน ด้วยเทคโนโลยีที่พัฒนาขึ้นเรื่อย ๆ ประกอบกับมีสมาร์ตโฟนหลากหลายรุ่นที่ราคาไม่แพง ประชาชนสามารถเข้าถึงได้ในวงกว้าง มีการประมาณการจำนวน

ผู้ใช้งานสมาร์ทโฟนในปี ค.ศ. 2022 รวบรวม 6,648 ล้านคน คิดเป็น 83.72% ของประชากรทั่วโลก (O'dea, 2022) โดยระบบปฏิบัติการของสมาร์ทโฟนที่มีความนิยมมากที่สุดได้แก่ iOS และ Android จากสถิติของ Laricchia (2022) พบว่า ระบบปฏิบัติการ iOS มีส่วนแบ่งการตลาดประมาณ 28 เปอร์เซ็นต์ ส่วน Android มีส่วนแบ่งการตลาดถึง 71 เปอร์เซ็นต์ ดังภาพที่ 8



ภาพที่ 8 ส่วนแบ่งการตลาดของระบบปฏิบัติการต่าง ๆ ทั่วโลก
ที่มา: Laricchia (2022)

นอกจากประโยชน์ในด้านการติดต่อสื่อสารของสมาร์ทโฟนแล้ว ระบบปฏิบัติการ iOS และ Android ในสมาร์ทโฟนยังได้มีการพัฒนาแอปพลิเคชันต่าง ๆ ที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ในชีวิตประจำวัน วน คณาวุฒิ ชื่นชม (2555) ได้กล่าวว่า แอปพลิเคชันคือซอฟต์แวร์ที่ใช้เพื่อช่วยในการทำงานของผู้ใช้ โดยแอปพลิเคชันจะมีส่วนติดต่อกับผู้ใช้ (User Interface หรือ UI) เพื่อทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการใช้งานด้านต่าง ๆ โดยแอปพลิเคชันเหล่านี้มีหลายประเภทการใช้ประโยชน์ เช่น แอปพลิเคชันเกี่ยวกับการศึกษา แอปพลิเคชันเกี่ยวกับสื่อสังคมออนไลน์ แอปพลิเคชันเกมส์ รวมไปถึงแอปพลิเคชันที่เกี่ยวข้องกับงานด้านอาชีวอนามัย ไม่ว่าจะเป็นแอปพลิเคชันวัดแสง แอปพลิเคชันที่เกี่ยวข้องกับการประเมินความเสี่ยงด้านการเกษตร แอปพลิเคชันที่รวบรวมข้อมูลด้านจิตจำกัศสารเคมีต่าง ๆ หรือแอปพลิเคชันทดสอบสมรรถภาพการไคยีน เป็นต้น

หูฟังประเภทไร้สาย

ในปัจจุบันด้วยความที่เทคโนโลยีพัฒนาไปไกลมาก หูฟังบางประเภทถูกย่อส่วนให้มีขนาดเล็กกลง ในขณะที่เดียวกันก็สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น และสามารถเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ส่งสัญญาณเสียงต่าง ๆ หรือสมาร์ทโฟนได้ โดยการเชื่อมต่อนั้นใช้เทคโนโลยีไร้สายบลูทูธซึ่งปัจจุบันได้พัฒนาให้มีมาตรฐานการเชื่อมต่อมีความเสถียรมากขึ้น สามารถเชื่อมต่อได้ไกลมากขึ้น รวมไปถึงมีฟังก์ชันเสริมเพิ่มเติม เช่น ระบบตัดเสียงสัญญาณรบกวน (Active noise cancellation) อีกด้วย

การทดสอบสมรรถภาพการได้ยินด้วยแอปพลิเคชันในสมาร์ทโฟนและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

แอปพลิเคชันทดสอบสมรรถภาพการได้ยินมีการรองรับทั้งในระบบปฏิบัติการ iOS และ Android ซึ่งบางแอปพลิเคชันมีฟังก์ชันที่ครบครันเมื่อเทียบกับเครื่องมือมาตรฐานคือเครื่อง Audiometer เช่น การสอบเทียบ (Calibration) ก่อนทำการทดสอบ ความถี่ของเสียง (Frequency) ที่จำเป็นในการตรวจเฝ้าระวังโรคประสาทหูเสื่อมจากการสัมผัสเสียงดัง หรือการรายงานเป็นกราฟ ออดิโอแกรม (Audiogram) เป็นต้น อย่างไรก็ตามการนำแอปพลิเคชันเหล่านี้มาใช้ประโยชน์ในงานอาชีวอนามัย ต้องคำนึงถึงความถูกต้องหรือความแม่นยำของผลการทดสอบด้วย ซึ่งมีการศึกษาอยู่พอสมควรเกี่ยวกับความประสิทธิภาพของแอปพลิเคชันเพื่อเทียบกับเครื่อง Audiometer

ผลการศึกษาในเรื่องของความไว (Sensitivity) โดยรวมแล้วอยู่ในช่วงประมาณ 83%-93% และความจำเพาะ (Specificity) อยู่ในช่วงประมาณ 87%-97% เมื่อเทียบกับผลการทดสอบโดยเครื่อง Audiometer ซึ่งแสดงให้เห็นว่าผลการทดสอบการได้ยินจากแอปพลิเคชันนั้นมีความแม่นยำสูง (Chen et al., 2021) อย่างไรก็ตามเมื่อวิเคราะห์ในกลุ่มย่อย (Subgroup analysis) จะพบว่า มีปัจจัยต่าง ๆ ที่ส่งผลต่อความแม่นยำในการทดสอบได้ อย่างแรกคือ เรื่องกลุ่มประชากร ในกลุ่มประชากรวัยเด็กและกลุ่มผู้สูงอายุ นั้นมีค่าความแม่นยำต่ำกว่าวัยทำงาน (Chen et al., 2021) ด้วยเหตุผลเนื่องจากอุปสรรคในการใช้สมาร์ทโฟน เช่น ปัญหาเรื่องการมองเห็น การขาดประสบการณ์ในการใช้สมาร์ทโฟน หรือการเรียนรู้ในการใช้แอปพลิเคชัน เป็นต้น (Andone et al., 2016; Mohadisududis & Ali, 2014)

ในเรื่องการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแอปพลิเคชันทดสอบสมรรถภาพการได้ยินในระบบปฏิบัติการ iOS และ Android จากการศึกษาของ Chen et al. (2021) พบว่า แอปพลิเคชันทั้งสองระบบปฏิบัติการให้ความแม่นยำที่ใกล้เคียงกัน นอกจากนี้สมาร์ทโฟนของ Android ยังมี

หลากหลายยี่ห้อ หลากหลายรุ่น ซึ่งต่างก็ให้ความแม่นยำที่สูงใกล้เคียงกันเช่นเดียวกัน (Aremu, 2018; Corona et al., 2020; Louw et al., 2017; Masalski, Grysinski, & Krecicki, 2018)

ส่วนเรื่องของอุปกรณ์หูฟัง กลุ่มที่มีการใช้ Headphone นั้นโดยรวมให้ผลการทดสอบที่มีความแม่นยำกว่าการใช้ Earphone (Chen et al., 2021) แต่ในทางกลับกันการใช้ Headphone นั้นอาจส่งผลให้มีการกดใบหูและทำให้เกิดการผิดรูปของรูหูบางส่วน ซึ่งจะบดบังการเดินทางของเสียงในอากาศไป มีผลทำให้ผลการทดสอบสมรรถภาพการได้ยินคลาดเคลื่อนได้ (Dourado, Corona, & Ferrite, 2017) นอกจากนี้มีการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการใช้หูฟังไร้สายร่วมกับเครื่อง Audiometer เปรียบเทียบกับการใช้หูฟังแบบมีสายที่มากับตัวเครื่อง Audiometer นั้นพบว่า ยังไม่มีความแตกต่างกันในแง่ของการตรวจคัดกรองการสูญเสียการได้ยิน (Swanepoel de, Olusanya, & Mars, 2010)

ในเรื่องของสถานที่ที่ใช้ในการทดสอบนั้น พบว่า ถ้าหากอยู่ในสถานที่ที่เงียบหรือมีการควบคุมเสียงรบกวนโดยรอบจะให้ผลที่แม่นยำกว่า (Peer & Fagan, 2015) แต่การศึกษาส่วนมากไม่ได้ทำในห้องเก็บเสียงหรือสถานที่ที่ได้มาตรฐาน (Abu-Ghanem et al., 2016; Chu et al., 2019; Livshitz et al., 2017; Louw et al., 2017; Lycke et al., 2018; Sandstrom et al., 2020; Storey, Munoz, Nelson, Larsen, & White, 2014; Swanepoel de, Matthysen, Eikelboom, Clark, & Hall, 2015; Swanepoel de et al., 2010) หรือบางงานวิจัยที่มีการศึกษาไม่ได้กล่าวในรายละเอียดในเรื่องของสถานที่ที่ใช้ในการทดสอบ (Anuar et al., 2018; กัลยลักษณ์ คชวงษ์, 2561)

ดังนั้นการออกแบบวิธีการทดสอบสมรรถภาพการได้ยินโดยใช้แอปพลิเคชันก็มีความสำคัญ ถ้าหากการทดสอบนั้นกระทำโดยผู้เข้ารับการทดสอบเอง อาจได้ผลการทดสอบที่มีความแม่นยำสูงกว่าความเป็นจริงได้ เนื่องจากมีการควบคุมการทดสอบทั้งหมดด้วยตัวเอง (Corona et al., 2020) มีการรับรู้ตลอดเวลาว่าตรวจถึงขั้นตอนใด ความถี่ใดบ้าง หรือสามารถทดสอบซ้ำไปซ้ำมาได้ และสามารถลบข้อมูลการทดสอบในครั้งก่อน ๆ ได้หากผลการทดสอบไม่เป็นที่น่าพอใจ ซึ่งการศึกษาเรื่องความแม่นยำของแอปพลิเคชันนั้นส่วนมากจะทดสอบแบบให้ผู้เข้ารับการทดสอบเป็นคนดำเนินการเอง (Self-test) (Abu-Ghanem et al., 2016; Anuar et al., 2018; Li et al., 2020; Livshitz et al., 2017; Masalski et al., 2018; Patel, Thibodeau, McCullough, Freeman, & Panahi, 2021; Peer & Fagan, 2015; Sandstrom et al., 2020)

สำหรับการทดสอบสมรรถภาพการได้ยินในงานอาชีพอนามัย เพื่อการเฝ้าระวังโรคประสาทหูเสื่อมนั้นจะทำการทดสอบที่ความถี่ 500, 1,000, 2,000, 3,000, 4,000, 6,000 Hz ตามประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน (2561) จะทำการทดสอบที่ความถี่ 8,000 Hz ร่วมด้วยเพื่อให้เห็นลักษณะของ Notch ได้อย่างชัดเจนมากขึ้น (สำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม, 2560) อย่างไรก็ตามการศึกษที่ผ่านมาทำทดสอบที่ความถี่ที่ไม่สอดคล้องกับงาน

อาชีพอนามัย ส่วนมากไม่ได้ทำการทดสอบที่ความถี่ 3,000 Hz ซึ่งเป็นความถี่ที่สามารถเกิด Notch ซึ่งเป็นลักษณะที่สำคัญของโรคประสาทหูเสื่อมจากเสียงดังได้ (Abu-Ghanem et al., 2016; Aremu, 2018; Livshitz et al., 2017; Louw et al., 2017; Lycke et al., 2018; Masalski et al., 2018; Patel et al., 2021; Peer & Fagan, 2015; Sandstrom et al., 2020; กัลยลักษณ์ คชวงษ์, 2561)

อย่างไรก็ตาม โดยสรุปงานวิจัยที่เกี่ยวข้องยังมีข้อจำกัดอยู่หลายประการ (Chen et al., 2021; Chu et al., 2019) ได้แก่

1. ไม่มีการควบคุมเรื่องเสียงรบกวนรอบข้าง (Background noise) ในระหว่างการทำทดสอบสมรรถภาพการได้ยินโดยใช้แอปพลิเคชัน ในขณะที่การทดสอบด้วยเครื่อง Audiometer มีการควบคุมเรื่องเสียงรบกวนรอบข้าง
2. การทดสอบแอปพลิเคชันดำเนินการโดยผู้เข้ารับการทดสอบเอง (Self-test) ในขณะที่การทดสอบด้วยเครื่อง Audiometer ดำเนินการโดยผู้ทดสอบซึ่งเป็นผู้อื่น ดังนั้นอาจมีความคลาดเคลื่อนในเรื่องวิธีการและขั้นตอนการทดสอบ และอาจมีอคติขณะทำการทดสอบสมรรถภาพการได้ยินโดยใช้แอปพลิเคชันได้
3. ไม่มีการกล่าวถึงฟังก์ชันการสอบเทียบ (Calibration) ของแอปพลิเคชัน ซึ่งเป็นหนึ่งขั้นตอนที่ควรทำในการทดสอบสมรรถภาพการได้ยินในแต่ละครั้ง
4. การศึกษาที่ผ่านมาเป็นการทดสอบสมรรถภาพการได้ยินในความถี่ซึ่งไม่สอดคล้องกับงานอาชีพอนามัยและกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน กระทรวงแรงงาน (2561)
5. ยังไม่มีการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการทดสอบสมรรถภาพการได้ยินด้วยแอปพลิเคชันร่วมกับหูฟังไร้สาย

จากข้อจำกัดข้างต้นนี้ผู้วิจัยจะนำมาพิจารณาดำเนินการแก้ไขสำหรับการวิจัยครั้งนี้ด้วยการทดสอบสมรรถภาพการได้ยินโดยใช้แอปพลิเคชันในสมาร์ทโฟนร่วมกับหูฟังประเภทไร้สาย เพื่อที่จะสามารถดำเนินการทดสอบภายในห้องทดสอบที่ผ่านการควบคุมเสียงรบกวนรอบข้างได้และสามารถดำเนินการทดสอบด้วยวิธีการและขั้นตอนเช่นเดียวกันกับการใช้เครื่อง Audiometer รวมไปถึงทำการทดสอบในความถี่ที่สอดคล้องตามกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน กระทรวงแรงงาน (2561)

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

รูปแบบของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาแบบภาคตัดขวาง (Cross-sectional study) โดยใช้วิธีกึ่งทดลองแบบ 1 กลุ่ม (Quasi-experimental study: one group) เพื่อทดสอบสมรรถภาพการได้ยินโดยใช้แอปพลิเคชันในสมาร์ทโฟนร่วมกับหูฟังประเภทไร้สายในพนักงานที่มารับการบริการทดสอบสมรรถภาพการได้ยินที่โรงพยาบาลแห่งหนึ่งของจังหวัดชลบุรี และมีการเปรียบเทียบระหว่างผลการทดสอบสมรรถภาพการได้ยินโดยใช้แอปพลิเคชันกับการใช้เครื่อง Audiometer

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ประชากรที่ศึกษาในครั้งนี้คือ พนักงานทุกคนที่เข้ามารับการบริการทดสอบสมรรถภาพการได้ยินก่อนเข้าทำงาน (Preplacement examination) ที่โรงพยาบาลแห่งหนึ่งของจังหวัดชลบุรี ในช่วงเวลาเดือนมีนาคม พ.ศ. 2566 รวมระยะเวลา 4 สัปดาห์

กลุ่มตัวอย่าง

สำหรับกลุ่มตัวอย่างในการเข้าร่วมการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้สูตรที่ไม่ทราบจำนวนประชากรที่แน่นอนของ Dhand (2014) ดังนี้

$$n = \frac{(Z_{\alpha} + Z_{\beta})^2 \sigma_d^2}{(\mu_d)^2}$$

เมื่อ Z_{α} คือ ระดับความเชื่อมั่นที่กำหนด (1.96)

Z_{β} คือ อำนาจการทดสอบ (0.8)

ได้ยินโดยใช้แอปพลิเคชันและเครื่อง Audiometer โดยในการวิจัยครั้งนี้ใช้ค่า σ_d เท่ากับ 8.3 dB (Masalski et al., 2018)

μ_d คือ ค่าเฉลี่ยของความแตกต่างระหว่างผลการทดสอบสมรรถภาพการได้ยิน โดยใช้แอปพลิเคชันและเครื่อง Audiometer โดยในการวิจัยครั้งนี้ใช้ค่า μ_d เท่ากับ 2.6 dB (Masalski et al., 2018)

$$\begin{aligned} \text{แทนค่า } n &= \frac{(1.96+0.8)^2(8.3)^2}{(2.6)^2} \\ &= 82 \text{ หู} \\ &= 41 \text{ คน} \end{aligned}$$

จากการศึกษาของ Masalski et al. (2018) เป็นการเปรียบเทียบผลการทดสอบสมรรถภาพการได้ยินโดยใช้แอปพลิเคชัน Hearing Test กับผลการทดสอบสมรรถภาพการได้ยินโดยใช้เครื่อง Audiometer ในพนักงานที่มีอายุ 18 ปีขึ้นไปจำนวน 70 คน โดยมีการกำหนดค่าระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 1.96 ค่าอำนาจการทำสอบเท่ากับ 0.8 ผลการศึกษาที่ได้พบว่า ค่าเฉลี่ยของความแตกต่างของผลการทดสอบสมรรถภาพการได้ยินระหว่างแอปพลิเคชันกับ Audiometer เท่ากับ 2.6 และมีค่าความแปรปรวนเท่ากับ 8.3 เมื่อแทนค่าต่าง ๆ ลงไปตามสูตรดังกล่าว จะได้จำนวนกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด (Total sample size) 82 หู หรือ 41 คน ดังนั้นจำนวนกลุ่มตัวอย่างในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ จำนวนทั้งสิ้น 41 คน

สำหรับกลุ่มตัวอย่างที่ทำการศึกษาในการวิจัยนี้ได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบมีระบบ (Systematic random sampling) ซึ่งรายชื่อพนักงานที่เข้ารับบริการทดสอบสมรรถภาพการได้ยินจะถูกบันทึกไว้เป็นการจัดเรียงตามลำดับหมายเลข จากนั้นจะนำจำนวนของพนักงานที่เข้ารับบริการทดสอบสมรรถภาพการได้ยินก่อนเข้าทำงานในโรงพยาบาลแห่งนี้ มีจำนวนเฉลี่ยประมาณ 80 คนใน 1 เดือน หาคด้วยจำนวนตัวอย่างคือ $80/41 \approx 2$ คน ให้สุ่มระหว่างคนที่ 1 กับคนที่ 2 ด้วยวิธีการจับฉลาก เมื่อได้ลำดับใด คนนั้นจะเป็นกลุ่มตัวอย่างของการศึกษา กลุ่มตัวอย่างคนต่อไปคือ ลำดับที่สุ่มได้บวก 2 ไปเรื่อย ๆ จนครบ 41 คน

โดยที่กลุ่มตัวอย่างมีเกณฑ์คัดเลือกเข้า (Inclusion criteria) คือ

1. มีสัญชาติไทย และมีอายุตั้งแต่ 18 ปีขึ้นไป
2. เข้ารับการทดสอบสมรรถภาพการได้ยินก่อนเข้าทำงาน (Preplacement examination)
3. ยินยอมเข้าร่วมงานวิจัยครั้งนี้

เกณฑ์คัดออก (Exclusion criteria) คือ

ไม่เต็มใจการเข้าร่วมตลอดกระบวนการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบไปด้วย แบบสอบถาม แบบบันทึกผลการทดสอบสมรรถภาพการได้ยิน และเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบสมรรถภาพการได้ยิน โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. แบบสอบถามข้อมูลส่วนบุคคล ประกอบด้วยข้อความแบบปลายปิดและปลายเปิด รวม 7 ข้อ ได้แก่ เพศ อายุ โรคประจำตัว อาชีพและตำแหน่ง ระยะเวลาในการพักผ่อน ประวัติต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการได้ยินและการสูบบุหรี่ (รายละเอียดในภาคผนวก ก)

2. เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบสมรรถภาพการได้ยิน ประกอบด้วย

2.1 เครื่อง Audiometer รุ่น Madsen Xeta ซึ่งผ่านมาตรฐาน ANSI S3.6 และผ่านการสอบเทียบ (Calibration) เป็นที่เรียบร้อยแล้ว เมื่อวันที่ 10 พฤษภาคม พ.ศ. 2565

2.2 แอปพลิเคชัน Hearing Test version 2.1 ในสมาร์ตโฟน Samsung Galaxy S20 Ultra ซึ่งผ่านการสอบเทียบ (Calibration) เรียบร้อยโดยผู้ที่มีอายุ 18-35 ปี ที่ทราบอยู่แล้วว่ามีการได้ยินเป็นปกติ

2.3 หูฟังประเภทไร้สาย ยี่ห้อ FIIL รุ่น CC Pro

2.4 ห้องทดสอบสมรรถภาพการได้ยินขนาดกว้าง 1.5 เมตร ยาว 2 เมตร สูง 2 เมตร ซึ่งมีการควบคุมเสียงรบกวนรอบข้างให้เป็นไปตามกระทรวงอุตสาหกรรม (2555) และ Occupational Safety and Health Administration (1983) เรียบร้อยแล้ว เมื่อวันที่ 17 มีนาคม พ.ศ. 2564

2.5 แบบบันทึกผลการทดสอบสมรรถภาพการได้ยิน (รายละเอียดในภาคผนวก ข)

ขั้นตอนการทดสอบสมรรถภาพการได้ยิน

1. ผู้วิจัยอธิบายกระบวนการทดสอบทั้งหมดให้ผู้รับการทดสอบเข้าใจ
2. ผู้วิจัยทำการสอบถามข้อมูลส่วนบุคคล ได้แก่ เพศ อายุ โรคประจำตัว อาชีพและตำแหน่ง ระยะเวลาในการพักผ่อน ประวัติต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการได้ยิน ได้แก่ ประวัติการเจ็บป่วยในอดีต ประวัติการเจ็บป่วยในปัจจุบัน ประวัติอุบัติเหตุที่ศีรษะในอดีต ประวัติการใช้ยาและประวัติการสูบบุหรี่ พร้อมทั้งทำการบันทึกลงในแบบบันทึก
3. เชิญผู้รับการทดสอบเข้าไปภายในห้องทดสอบการได้ยิน ให้ผู้รับการทดสอบนั่งหันข้างให้และไม่สามารถมองเห็นการเคลื่อนไหวของผู้วิจัยได้

4. ลำดับแรกทำการทดสอบโดยใช้เครื่อง Audiometer ก่อน โดยเริ่มจากหูข้างที่ผู้เข้ารับการทดสอบแจ้งว่ามีการได้ยินดีกว่า ถ้าผู้เข้ารับการทดสอบแจ้งว่ามีการได้ยิน 2 ข้างดีเท่ากันให้ตรวจหูข้างขวาก่อนเสมอ

5. ปลอ่ยสัญญาณเสียงบริสุทธิ์ที่ความถี่ 1,000 Hz ในระดับความดัง 40 dB ไปที่หูข้างแรกทำการทดสอบ หากผู้เข้ารับการทดสอบตอบสนองต่อสัญญาณเสียงแรก ให้เริ่มทำการทดสอบต่อไปได้แต่หากไม่ตอบสนอง ให้เพิ่มระดับความดังขึ้นทีละ 10 dB จนกว่าจะได้ยิน ถ้าเพิ่มระดับความดังไปจนถึงระดับ 80 dB แล้วยังไม่ได้ยิน ให้เพิ่มระดับความดังอีกทีละ 5 dB (พร้อมกับสังเกตด้วยว่าผู้เข้ารับการทดสอบเกิดความไม่สบายหูขึ้นหรือไม่) จนกว่าผู้เข้ารับการทดสอบจะได้ยินเมื่อได้ยินแล้วให้เริ่มทำการทดสอบต่อไปได้ จากนั้นทดสอบที่ความถี่ 2,000, 3,000, 4,000, 6,000, 8,000 และ 500 Hz ตามลำดับ และเฉพาะหูแรกที่ทำการทดสอบให้กลับมาทำการปลอ่ยสัญญาณที่ 1,000 Hz ซ้ำอีกครั้งหนึ่ง เพื่อตรวจสอบว่ามีความแปรปรวน จากค่าที่ทดสอบได้ในครั้งแรกเกิน 5 dB หรือไม่ ถ้าไม่เกินให้บันทึกค่าที่ทดสอบได้ต่ำกว่าลงในออดิโอแกรม แต่ถ้าเกินจะต้องหาสาเหตุที่ทำให้เกิดความแปรปรวนขึ้น โดยผู้วิจัยจะหยุดทำการทดสอบชั่วคราว จัดตำแหน่งหูฟังใหม่ และชี้แจงขั้นตอนการทดสอบซ้ำอีกครั้ง จากนั้นทำการตรวจที่ความถี่ 1,000 Hz นี้อีกครั้ง ถ้ายังได้ค่าที่แตกต่างจากค่าที่ทดสอบได้ครั้งแรกเกิน 5 dB ให้สืบหาสาเหตุอื่น ๆ และดำเนินการต่อไปสำหรับหูที่ทำการทดสอบเป็นลำดับที่ 2 ไม่ต้องทำกระบวนการตรวจสอบความแปรปรวนนี้

6. ในการหาระดับเสียงต่ำสุดที่ได้ยิน (Hearing threshold level) ในแต่ละความถี่นั้น ให้ทำการลดระดับความดังของสัญญาณเสียงลงทีละ 10 dB (เช่น ที่ความถี่ 1,000 Hz ถ้าได้ยินสัญญาณเสียงที่ 40 dB ครั้งต่อมาก็ให้ลดระดับความดังเหลือ 30 dB) ลดลงไปเรื่อย ๆ จนถึงระดับที่ผู้เข้ารับการทดสอบไม่ได้ยิน เมื่อถึงระดับที่ผู้เข้ารับการทดสอบไม่ได้ยินแล้ว ให้เพิ่มระดับความดังขึ้นทีละ 5 dB จนถึงระดับที่ผู้เข้ารับการทดสอบนั้นได้ยินอีกครั้งหนึ่ง

7. ให้ทำการลดระดับความดังลงทีละ 10 dB จนไม่ได้ยิน และเพิ่มระดับความดังขึ้นทีละ 5 dB จนได้ยินซ้ำ 2 - 4 ครั้ง ถ้าผู้เข้ารับการทดสอบตอบสนองถูกต้องได้เกิน 50 % (คือ ตอบสนองถูกต้อง 2 ใน 2 ครั้ง หรือ 3 ใน 4 ครั้ง) จะถือว่าระดับความดังนั้นเป็นระดับเสียงต่ำสุดที่ได้ยินของความถี่นั้น ให้ทำการบันทึกผลที่ได้ลงในออดิโอแกรม

8. ทำการทดสอบในความถี่ถัดไป โดยเริ่มที่ระดับความดังที่มากกว่าระดับเสียงต่ำสุดที่ได้ยินของความถี่ก่อนหน้า 30 dB (เช่น ถ้าความถี่ก่อนหน้ามีระดับเสียงต่ำสุดที่ได้ยินเท่ากับ 20 dB ก็ให้เริ่มการตรวจในความถี่ถัดไปที่ระดับความดัง $20 + 30 \text{ dB} = 50 \text{ dB}$ เป็นต้น) ใช้วิธีการลดระดับความดังลงทีละ 10 dB และเพิ่มระดับความดังขึ้นทีละ 5 dB เพื่อหาระดับเสียงต่ำสุดที่ได้ยินไปเรื่อย ๆ จนครบทุกความถี่

9. ทำการทดสอบในหูอีกข้างที่เหลือด้วยเทคนิคเดียวกันไปจนครบทุกความถี่

10. หลังจากทำการทดสอบโดยใช้เครื่อง Audiometer เสร็จเรียบร้อยแล้ว ให้เปลี่ยนมาทำการทดสอบโดยใช้แอปพลิเคชันร่วมกับหูฟังประเภทไร้สาย โดยให้ผู้เข้ารับการทดสอบนั่งตำแหน่งเดิม ใส่หูฟังประเภทไร้สายให้เรียบร้อย

11. หลังจากนั้นผู้วิจัยดำเนินการทดสอบการใช้แอปพลิเคชันร่วมกับหูฟังประเภทไร้สาย โดยวิธีการและขั้นตอนของการทดสอบให้เป็นไปในแนวทางเดียวกันกับการทดสอบโดยใช้เครื่อง Audiometer พร้อมบันทึกผลการทดสอบลงในแบบบันทึก

การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ

การตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา (Content validity) ของแบบสอบถามโดยการนำแบบสอบถามที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอให้ผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน (รายละเอียดตามภาคผนวก ก) ซึ่งเป็นผู้มีความรู้ในด้านอาชีพอนามัยและความปลอดภัย จะได้ทำการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือด้านความตรงตามเนื้อหา ตรวจสอบเนื้อหาความถูกต้องความเหมาะสมของภาษาที่ใช้และความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย โดยผู้ทรงคุณวุฒิลงความเห็น และให้คะแนนเป็นรายชื่อในประเด็นที่ใช้ถาม แล้วนำมาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง Index of Item Objective Congruence (IOC) ระหว่างข้อคำถามกับตัวแปร ดังนี้

ให้คะแนน +1 = ข้อคำถามนั้นตรงหรือสอดคล้องกับตัวแปร/จุดประสงค์ที่ระบุไว้ (เห็นด้วย)

ให้คะแนน 0 = ข้อคำถามนั้นไม่แน่ใจหรือไม่สามารถตัดสินใจได้ว่าตรงหรือสอดคล้องกับตัวแปร/จุดประสงค์ที่ระบุไว้ (ไม่แน่ใจ)

ให้คะแนน -1 = ข้อคำถามนั้นไม่ตรงหรือไม่สอดคล้องกับตัวแปร/จุดประสงค์ที่ระบุไว้ (ไม่เห็นด้วย)

โดยค่าดัชนีความสอดคล้องที่ยอมรับได้มีค่าระหว่าง 0.5-1.0 ซึ่งแสดงว่าข้อคำถามหรือประเด็นที่จะทำการรวบรวมข้อมูลมีความตรง ซึ่งมีสูตรคำนวณ ดังนี้

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ IOC คือ ค่าความเหมาะสมของเนื้อหา

R คือ คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

$\sum R$ คือ ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
 N คือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

โดยแต่ละข้อคำถามต้องมีค่า IOC มากกว่า 0.5 ขึ้นไป ซึ่งพบว่า ทุกข้อในแบบสอบถามที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้มีค่าอยู่ระหว่าง 0.67 - 1

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการวิจัยในกลุ่มตัวอย่าง โดยก่อนดำเนินการวิจัย ผู้วิจัยได้ขออนุญาตจริยธรรมการวิจัยจากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ของมหาวิทยาลัยบูรพาและโรงพยาบาลแห่งหนึ่งของจังหวัดชลบุรี และผู้วิจัยจะมีการอธิบายให้กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยเข้าใจถึงจุดประสงค์ ขั้นตอนและวิธีการทดสอบสมรรถภาพการได้ยิน ซึ่งการวิจัยนี้จะทำการทดสอบสมรรถภาพการได้ยินโดยใช้เครื่อง Audiometer ก่อนและตามด้วยการใช้แอปพลิเคชันร่วมกับหูฟังประเภทไร้สายพร้อมทั้งบันทึกผลการทดสอบลงในแบบบันทึก รายละเอียดตามหัวข้อของขั้นตอนการทดสอบสมรรถภาพการได้ยินตามที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น

การพิทักษ์สิทธิของกลุ่มตัวอย่าง

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ก่อนทำการเก็บรวบรวมข้อมูลผู้วิจัยได้ยื่นการขอพิจารณาจริยธรรมการวิจัยจากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ทั้งหมด 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 ขั้นตอนการเก็บข้อมูลระยะเวลาในการเก็บรวบรวมข้อมูล และอธิบายให้กลุ่มตัวอย่างเข้าใจถึงการพิทักษ์สิทธิของกลุ่มตัวอย่างโดยเคารพสิทธิส่วนบุคคลในการเข้าร่วมหรือการถอนตัวในระหว่างงานวิจัยของกลุ่มตัวอย่างรวมถึงมีการขอความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษร

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ จำนวน ร้อยละ ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเพื่ออธิบายลักษณะของข้อมูลเกี่ยวกับ ข้อมูลส่วนบุคคล ผลการทดสอบสมรรถภาพการได้ยินของการใช้แอปพลิเคชันในสมาร์ทโฟนร่วมกับหูฟังประเภทไร้สายและการใช้เครื่อง Audiometer

2. สถิติเชิงอนุมาน ได้แก่

2.1 สถิติแบบ Paired t-test ในการเปรียบเทียบค่าระดับการได้ยินในแต่ละความถี่ที่ได้จากการทดสอบสมรรถภาพการได้ยินระหว่างการใช้แอปพลิเคชันในสมาร์ทโฟนร่วมกับหูฟังประเภทไร้สายกับการใช้เครื่อง Audiometer

2.2 สถิติแบบ Intraclass correlation เพื่อประเมินความน่าเชื่อถือของการทดสอบสมรรถภาพการได้ยินในแต่ละความถี่ที่ใช้แอปพลิเคชันในสมาร์ทโฟนร่วมกับหูฟังประเภทไร้สายโดยเทียบกับเครื่อง Audiometer



2182539773

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบสมรรถภาพการได้ยินโดยใช้แอปพลิเคชันในสมาร์ทโฟนร่วมกับหูฟังประเภทไร้สายในพนักงานที่เข้ามารับบริการทดสอบสมรรถภาพการได้ยินที่โรงพยาบาลแห่งหนึ่งของจังหวัดชลบุรี และเพื่อเปรียบเทียบผลการทดสอบสมรรถภาพการได้ยินทางอาชีวอนามัยระหว่างการใช้อุปกรณ์ในสมาร์ทโฟนร่วมกับหูฟังประเภทไร้สายกับการใช้เครื่อง Audiometer รวมถึงประเมินความน่าเชื่อถือของแอปพลิเคชันในสมาร์ทโฟนร่วมกับหูฟังประเภทไร้สายเทียบกับเครื่อง Audiometer โดยทำการเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 41 คน ในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2565 รวมระยะเวลาทั้งสิ้น 4 สัปดาห์ ดังนั้นผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลและนำเสนอผลการวิจัยรวมถึงแปลผลการวิเคราะห์ซึ่งแบ่งออกเป็น 5 ส่วนโดยมีรายละเอียดดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลส่วนบุคคล

ส่วนที่ 2 ผลการทดสอบระดับการได้ยินในความถี่ต่าง ๆ

ส่วนที่ 3 ผลการทดสอบค่าเฉลี่ยการได้ยินในช่วงการสนทนา (500 - 2,000 Hz) โดยการใช้แอปพลิเคชันร่วมกับหูฟังประเภทไร้สายและเครื่อง Audiometer

ส่วนที่ 4 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระดับการได้ยินในความถี่ต่าง ๆ ที่ได้จากการทดสอบโดยใช้แอปพลิเคชันในสมาร์ทโฟนร่วมกับหูฟังประเภทไร้สายและเครื่อง Audiometer

ส่วนที่ 5 การประเมินความน่าเชื่อถือของการทดสอบสมรรถภาพการได้ยินโดยใช้แอปพลิเคชันในสมาร์ทโฟนร่วมกับหูฟังประเภทไร้สาย โดยเทียบกับการใช้เครื่อง Audiometer

ส่วนที่ 1 ข้อมูลส่วนบุคคล

ลักษณะข้อมูลส่วนบุคคลของกลุ่มตัวอย่างได้มาจากการสุ่มแบบมีระบบจากประชากรที่ศึกษาในครั้งนี้คือ พนักงานทุกคนที่เข้ามารับบริการทดสอบสมรรถภาพการได้ยินก่อนเข้าทำงาน (Preplacement examination) ที่โรงพยาบาลแห่งหนึ่งของจังหวัดชลบุรี และผ่านเกณฑ์คัดเลือกเข้าการศึกษา ได้กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 41 คน โดยพบว่า ส่วนใหญ่กลุ่มตัวอย่างเป็นเพศชาย ร้อยละ 73.17 และเพศหญิง 11 คน ร้อยละ 26.83 มีอายุอยู่ในช่วงระหว่าง 18 - 30 ปี ร้อยละ 53.60 รองลงมาคืออยู่ในช่วงระหว่าง 31 - 40 ปี ร้อยละ 31.70 อายุเฉลี่ย 31.10 ปี ไม่มีโรคประจำตัว ร้อยละ 75.61 มีโรคประจำตัว ร้อยละ 24.39 ส่วนใหญ่มีอาชีพเป็นพนักงานฝ่ายผลิต ร้อยละ 80.48 รองลงมาคือพนักงานสำนักงาน ร้อยละ 9.76 พนักงานขาย ร้อยละ 4.88 และพนักงานขับรถ ร้อยละ



4.88 ตามลำดับ กลุ่มตัวอย่างทั้งหมดมีการพักผ่อนก่อนทำการทดสอบอย่างน้อย 14 ชั่วโมง ร้อยละ 100.00 จำนวนชั่วโมงในการพักผ่อนเฉลี่ย 16.80 ชั่วโมง ส่วนใหญ่ไม่มีประวัติต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับ การไคยีน ร้อยละ 90.24 และมีประวัติที่เกี่ยวข้องกับการไคยีนในอดีต เช่น การเจ็บป่วยจากโรคหุ น้ำหนัก การประกอบอาชีพที่มีเสียงดัง เป็นต้น ร้อยละ 9.76 ส่วนเรื่องของประวัติสูบบุหรี่ กลุ่ม ตัวอย่างส่วนใหญ่ไม่มีประวัติสูบบุหรี่ ร้อยละ 48.78 มีประวัติสูบบุหรี่แต่ปัจจุบันเลิกแล้ว ร้อยละ 24.39 และปัจจุบันสูบบุหรี่อยู่ ร้อยละ 26.83 ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 จำนวนและร้อยละของกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามข้อมูลส่วนบุคคล

ข้อมูลส่วนบุคคล (n = 41)	จำนวน (ร้อยละ)
เพศ	
ชาย	30 (73.17)
หญิง	11 (26.83)
อายุ (ปี)	
18-30	22 (53.66)
31-40	13 (31.70)
41-50	4 (9.76)
51-60	2 (4.88)
ค่าเฉลี่ย ($\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	31.10 ($\pm$ 7.33)
ค่าต่ำสุด - ค่าสูงสุด	19-54
โรคประจำตัว	
ไม่มี	31 (75.61)
มี	10 (24.39)
ในกรณีที่มี (n = 10)	
ความดันโลหิตสูง เบาหวาน และไขมันในเลือด	1 (10.00)
สูง	
ความดันโลหิตสูง	4 (40.00)
เบาหวาน	2 (20.00)
ไขมันในเลือดสูง	3 (30.00)

ตารางที่ 3 (ต่อ)

ข้อมูลส่วนบุคคล (n = 41)	จำนวน (ร้อยละ)
อาชีพ	
พนักงานฝ่ายผลิต	33 (80.48)
พนักงานสำนักงาน	4 (9.76)
พนักงานขาย	2 (4.88)
พนักงานขับรถ	2 (4.88)
ระยะเวลาในการพักหู (ชั่วโมง)	
< 14	0 (0.00)
≥ 14	41 (100.00)
ค่าเฉลี่ย (± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	16.80 (± 3.33)
ค่าต่ำสุด - ค่าสูงสุด	14-24
ประวัติต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการได้ยิน	
ไม่มี	37 (90.24)
มี	4 (9.76)
ในกรณีที่มี (n = 4)	
มีประวัติการเจ็บป่วยในอดีต (โรคหูน้ำหนวก)	1 (25.00)
มีประวัติการรับสัมผัสเสียงดังในอดีต (จากการประกอบอาชีพที่มีเสียงดัง)	3 (75.00)

ตารางที่ 3 (ต่อ)

ข้อมูลส่วนบุคคล (n = 41)	จำนวน (ร้อยละ)
ประวัติสูบบุหรี่	
ไม่สูบบุหรี่	20 (48.78)
เคยสูบบุหรี่ในอดีต แต่ปัจจุบันเลิกแล้ว	10 (24.39)
ในกรณีที่เคยสูบบุหรี่แต่ปัจจุบันเลิกแล้ว (รวม) (n = 10)	
< 10	4 (40.00)
10-20	5 (50.00)
> 20	1 (10.00)
ปัจจุบันสูบบุหรี่อยู่	11 (26.83)
ในกรณีที่ปัจจุบันสูบบุหรี่อยู่ (รวม) (n = 11)	
< 10	6 (54.55)
10-20	4 (36.36)
> 20	1 (9.09)

ส่วนที่ 2 ผลการทดสอบระดับการได้ยินในความถี่ต่าง ๆ

2.1 การใช้แอปพลิเคชันในสมาร์ตโฟนร่วมกับหูฟังประเภทไร้สาย

ผลการทดสอบระดับการได้ยินในความถี่ต่าง ๆ โดยใช้เครื่อง Audiometer พบว่า หูข้างขวา ที่ความถี่ 500 Hz มีค่าต่ำสุด - ค่าสูงสุดอยู่ระหว่าง 5 - 25 dB และมีค่าเฉลี่ย 13.66 dB ที่ความถี่ 1,000 Hz มีค่าต่ำสุด - ค่าสูงสุดอยู่ระหว่าง 0 - 25 dB และมีค่าเฉลี่ย 13.90 dB ที่ความถี่ 2,000 Hz มีค่าต่ำสุด - ค่าสูงสุดอยู่ระหว่าง -5 - 30 dB และมีค่าเฉลี่ย 14.39 dB ที่ความถี่ 3,000 Hz มีค่าต่ำสุด - ค่าสูงสุดอยู่ระหว่าง 0 - 55 dB และมีค่าเฉลี่ย 18.41 dB ที่ความถี่ 4,000 Hz มีค่าต่ำสุด - ค่าสูงสุดอยู่ระหว่าง 0 - 55 dB และมีค่าเฉลี่ย 20.85 dB ที่ความถี่ 6,000 Hz มีค่าต่ำสุด - ค่าสูงสุดอยู่ระหว่าง -5 - 60 dB และมีค่าเฉลี่ย 18.29 dB ที่ความถี่ 8,000 Hz มีค่าต่ำสุด - ค่าสูงสุดอยู่ระหว่าง -10 - 65 dB และมีค่าเฉลี่ย 13.41 dB สำหรับหูข้างซ้าย ที่ความถี่ 500 Hz มีค่าต่ำสุด - ค่าสูงสุดอยู่ระหว่าง 5 - 30 dB และมีค่าเฉลี่ย 14.51 dB ที่ความถี่ 1,000 Hz มีค่าต่ำสุด - ค่าสูงสุดอยู่ระหว่าง 5 - 30 dB และมีค่าเฉลี่ย 14.27 dB ที่ความถี่ 2,000 Hz มีค่าต่ำสุด - ค่าสูงสุดอยู่ระหว่าง 0 - 30 dB และมีค่าเฉลี่ย 14.76 dB ที่ความถี่ 3,000 Hz มีค่าต่ำสุด - ค่าสูงสุดอยู่ระหว่าง 0 - 45 dB และมีค่าเฉลี่ย 19.02 dB ที่ความถี่ 4,000 Hz มีค่าต่ำสุด - ค่าสูงสุดอยู่ระหว่าง 0 - 55 dB และมีค่าเฉลี่ย

21.71 dB ที่ความถี่ 6,000 Hz มีค่าต่ำสุด - ค่าสูงสุดอยู่ระหว่าง 0 - 60 dB และมีค่าเฉลี่ย 18.41 dB
 ที่ความถี่ 8,000 Hz มีค่าต่ำสุด - ค่าสูงสุดอยู่ระหว่าง -5 - 45 dB และมีค่าเฉลี่ย 12.68 dB
 ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการทดสอบระดับการได้ยินแยกตามความถี่โดยการใช้แอปพลิเคชันในสมาร์ตโฟนร่วมกับหูฟังประเภทไร้สาย

ผลการทดสอบ (n = 41) (dB)				
ความถี่ (Hz)	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
หูข้างขวา				
500	5	25	13.66	5.70
1,000	0	25	13.90	6.18
2,000	-5	30	14.39	6.91
3,000	0	55	18.41	10.81
4,000	0	55	20.85	15.33
6,000	-5	60	18.29	14.65
8,000	-10	65	13.41	15.63
หูข้างซ้าย				
500	5	30	14.51	6.10
1,000	5	30	14.27	5.76
2,000	0	30	14.76	6.89
3,000	0	45	19.02	11.68
4,000	0	55	21.71	14.73
6,000	0	60	18.41	15.51
8,000	-5	45	12.68	13.70

ตารางที่ 4 (ต่อ)

ผลการทดสอบ (n = 41) (dB)				
ความถี่ (Hz)	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
หูทั้งสองข้าง				
500	5	30	14.09	5.89
1,000	0	30	14.09	5.94
2,000	-5	30	14.57	6.86
3,000	0	55	18.72	11.19
4,000	0	55	21.28	14.95
6,000	-5	60	18.35	14.99
8,000	-10	65	13.05	14.61

2.2 การใช้เครื่อง Audiometer

ผลการทดสอบระดับการได้ยินในความถี่ต่าง ๆ โดยใช้แอปพลิเคชันในสมาร์ตโฟน ร่วมกับหูฟังประเภทไร้สาย พบว่า หูข้างขวา ที่ความถี่ 500 Hz มีค่าต่ำสุด - ค่าสูงสุดอยู่ระหว่าง 0 - 25 dB และมีค่าเฉลี่ย 16.46 dB ที่ความถี่ 1,000 Hz มีค่าต่ำสุด - ค่าสูงสุดอยู่ระหว่าง 5 - 25 dB และมีค่าเฉลี่ย 18.05 dB ที่ความถี่ 2,000 Hz มีค่าต่ำสุด - ค่าสูงสุดอยู่ระหว่าง 0 - 35 dB และมีค่าเฉลี่ย 18.17 dB ที่ความถี่ 3,000 Hz มีค่าต่ำสุด - ค่าสูงสุดอยู่ระหว่าง 5 - 55 dB และมีค่าเฉลี่ย 22.56 dB ที่ความถี่ 4,000 Hz มีค่าต่ำสุด - ค่าสูงสุดอยู่ระหว่าง 5 - 60 dB และมีค่าเฉลี่ย 25.49 dB ที่ความถี่ 6,000 Hz มีค่าต่ำสุด - ค่าสูงสุดอยู่ระหว่าง -10 - 60 dB และมีค่าเฉลี่ย 23.05 dB ที่ความถี่ 8,000 Hz มีค่าต่ำสุด - ค่าสูงสุดอยู่ระหว่าง -10 - 65 dB และมีค่าเฉลี่ย 17.32 dB สำหรับหูข้างซ้าย ที่ความถี่ 500 Hz มีค่าต่ำสุด - ค่าสูงสุดอยู่ระหว่าง 10 - 35 dB และมีค่าเฉลี่ย 17.80 dB ที่ความถี่ 1,000 Hz มีค่าต่ำสุด - ค่าสูงสุดอยู่ระหว่าง 5 - 35 dB และมีค่าเฉลี่ย 18.29 dB ที่ความถี่ 2,000 Hz มีค่าต่ำสุด - ค่าสูงสุดอยู่ระหว่าง 5 - 35 dB และมีค่าเฉลี่ย 18.66 dB ที่ความถี่ 3,000 Hz มีค่าต่ำสุด - ค่าสูงสุดอยู่ระหว่าง 5 - 55 dB และมีค่าเฉลี่ย 22.80 dB ที่ความถี่ 4,000 Hz มีค่าต่ำสุด - ค่าสูงสุดอยู่ระหว่าง 0 - 65 dB และมีค่าเฉลี่ย 24.88 dB ที่ความถี่ 6,000 Hz มีค่าต่ำสุด - ค่าสูงสุดอยู่ระหว่าง -5 - 65 dB และมีค่าเฉลี่ย 24.63 dB ที่ความถี่ 8,000 Hz มีค่าต่ำสุด - ค่าสูงสุดอยู่ระหว่าง -10 - 50 dB และมีค่าเฉลี่ย 17.07 dB ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการทดสอบระดับการได้ยินแยกตามความถี่โดยการใช้เครื่อง Audiometer

ผลการทดสอบ (n = 41) (dB)				
ความถี่ (Hz)	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
หูข้างขวา				
500	0	25	16.46	6.15
1,000	5	25	18.05	6.01
2,000	0	35	18.17	6.96
3,000	5	55	22.56	11.19
4,000	5	60	25.49	16.88
6,000	-10	60	23.05	15.37
8,000	-10	65	17.32	15.82
หูข้างซ้าย				
500	10	35	17.80	6.13
1,000	5	35	18.29	5.88
2,000	5	35	18.66	7.42
3,000	5	55	22.80	12.40
4,000	0	65	24.88	15.99
6,000	-5	65	24.63	16.64
8,000	-10	50	17.07	15.45
หูทั้งสองข้าง				
500	0	35	17.13	6.14
1,000	5	35	18.17	5.91
2,000	0	35	18.41	7.15
3,000	5	55	22.68	11.74
4,000	0	65	25.18	16.34
6,000	-10	65	23.84	15.93
8,000	-10	65	17.20	15.54

ส่วนที่ 3 ผลการทดสอบค่าเฉลี่ยการได้ยินในช่วงการสนทนา (500 - 2,000 Hz) โดยใช้แอปพลิเคชันร่วมกับหูฟังประเภทไร้สายและเครื่อง Audiometer

ผลของการทดสอบค่าเฉลี่ยการได้ยินในช่วงการสนทนา (500 - 2,000 Hz) โดยใช้แอปพลิเคชันร่วมกับหูฟังประเภทไร้สาย พบว่า หูข้างขวาและหูข้างซ้ายมีค่าเฉลี่ยระดับการได้ยินในช่วงการสนทนา 13.98 dB และ 14.51 dB ตามลำดับ ในขณะที่หูทั้งสองข้างมีค่าเฉลี่ยระดับการได้ยินในช่วงการสนทนา 14.25 dB สำหรับการใช้อุปกรณ์ Audiometer พบว่า หูข้างขวาและหูข้างซ้ายมีค่าเฉลี่ยระดับการได้ยินในช่วงการสนทนา 17.56 dB และ 18.25 dB ตามลำดับ ในขณะที่หูทั้งสองข้างมีค่าเฉลี่ยระดับการได้ยินในช่วงการสนทนา 17.90 dB ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ค่าเฉลี่ยการได้ยินในช่วงการสนทนา (500 - 2,000 Hz) โดยใช้แอปพลิเคชันร่วมกับหูฟังประเภทไร้สายและการใช้อุปกรณ์ Audiometer

ผลการทดสอบค่าเฉลี่ยการได้ยินในช่วงการสนทนา (500-2,000 Hz)								
	การใช้แอปพลิเคชันร่วมกับ หูฟังประเภทไร้สาย (dB)				การใช้เครื่อง Audiometer (dB)			
	500 Hz	1,000 Hz	2,000 Hz	ค่าเฉลี่ย	500 Hz	1,000 Hz	2,000 Hz	ค่าเฉลี่ย
หูข้าง ขวา	13.66	13.90	14.39	13.98	16.46	18.05	18.17	17.56
หูข้าง ซ้าย	14.51	14.27	14.76	14.51	17.80	18.29	18.66	18.25
หูทั้ง สองข้าง	14.09	14.09	14.57	14.25	17.13	18.17	18.41	17.90

หมายเหตุ: ค่ามาตรฐานของศูนย์พัฒนาวิชาการอาชีวอนามัยและสิ่งแวดล้อม จังหวัดสมุทรปราการ กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข มีค่าเฉลี่ยการได้ยินในช่วงการสนทนาไม่เกิน 25 dB

ส่วนที่ 4 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระดับการได้ยินในความถี่ต่าง ๆ ที่ได้จากการทดสอบ โดยใช้แอปพลิเคชันในสมาร์ตโฟนร่วมกับหูฟังประเภทไร้สายและเครื่อง

Audiometer

เมื่อทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระดับการได้ยินที่ได้จากการทดสอบโดยใช้แอปพลิเคชันในสมาร์ตโฟนร่วมกับหูฟังประเภทไร้สายและเครื่อง Audiometer ในแต่ละความถี่ของหูข้างขวาและหูข้างซ้าย พบว่า ค่าเฉลี่ยของระดับการได้ยินที่ได้จากการทดสอบโดยใช้แอปพลิเคชันในสมาร์ตโฟนร่วมกับหูฟังประเภทไร้สายมีค่าต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของระดับการได้ยินที่ได้จากการทดสอบโดยใช้เครื่อง Audiometer ในทุกความถี่ของหูข้างขวาและหูข้างซ้าย ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระดับการได้ยินในความถี่ต่าง ๆ ที่ได้จากการทดสอบโดยใช้แอปพลิเคชันในสมาร์ตโฟนร่วมกับหูฟังประเภทไร้สายและเครื่อง Audiometer โดยจำแนกแต่ละความถี่ของหูข้างขวาและหูข้างซ้าย มีหน่วยเป็นเดซิเบล (dB)

ความถี่ (Hz)	ค่าเฉลี่ยระดับการได้ยินของหูข้างขวา ในหน่วยเดซิเบล (n = 41)				ค่าเฉลี่ยระดับการได้ยินของหูข้างซ้าย ในหน่วยเดซิเบล (n = 41)			
	แอปพลิเคชัน		Audiometer		แอปพลิเคชัน		Audiometer	
	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.
500	13.66	5.70	16.46	6.15	14.51	6.10	17.80	6.13
1,000	13.90	6.18	18.05	6.01	14.27	5.76	18.29	5.88
2,000	14.39	6.91	18.17	6.96	14.76	6.89	18.66	7.42
3,000	18.41	10.81	22.56	11.19	19.02	11.68	22.80	12.40
4,000	20.85	15.33	25.49	16.88	21.71	14.73	24.88	15.99
6,000	18.29	14.65	23.05	15.37	18.41	15.51	24.63	16.64
8,000	13.41	15.63	17.32	15.82	12.68	13.70	17.07	15.45

การทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระดับการได้ยินของหูทั้งสองข้างระหว่างการใช้แอปพลิเคชันในสมาร์ตโฟนร่วมกับหูฟังประเภทไร้สายกับการใช้เครื่อง Audiometer

เมื่อทำการทดสอบความแตกต่างระหว่างระดับการได้ยินที่ได้จากการทดสอบโดยใช้แอปพลิเคชันในสมาร์ตโฟนร่วมกับหูฟังประเภทไร้สายกับการใช้เครื่อง Audiometer พบว่า มีความ

แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ($p < 0.001$) ในทุก ๆ ความถี่ของหูทั้งสองข้าง โดยที่ความถี่ 500 Hz มีผลต่างของค่าเฉลี่ยระดับการได้ยินที่ 3.04 เดซิเบล ความถี่ 1,000 Hz มีผลต่างของค่าเฉลี่ยระดับการได้ยินที่ 4.08 เดซิเบล ความถี่ 2,000 Hz มีผลต่างของค่าเฉลี่ยระดับการได้ยินที่ 3.84 เดซิเบล ความถี่ 3,000 Hz มีผลต่างของค่าเฉลี่ยระดับการได้ยินที่ 3.96 เดซิเบล ความถี่ 4,000 Hz มีผลต่างของค่าเฉลี่ยระดับการได้ยินที่ 3.90 เดซิเบล ความถี่ 6,000 Hz มีผลต่างของค่าเฉลี่ยระดับการได้ยินที่ 5.49 เดซิเบล และความถี่ 8,000 Hz มีผลต่างของค่าเฉลี่ยระดับการได้ยินที่ 4.15 เดซิเบล ดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ผลการเปรียบเทียบผลต่างของค่าเฉลี่ยระดับการได้ยินที่ได้จากการทดสอบโดยใช้แอปพลิเคชันในสมาร์ตโฟนร่วมกับหูฟังประเภทไร้สายกับการใช้เครื่อง Audiometer จำแนกตามแต่ละความถี่ของหูทั้งสองข้าง

ความถี่ (Hz)	ค่าเฉลี่ยระดับการได้ยิน ของหูทั้งสองข้าง (dB)		ผลต่างของค่าเฉลี่ย ระดับการได้ยิน (dB) (95%CI)	ส่วน เบี่ยงเบน มาตรฐาน	p-value
	การใช้	การใช้			
	แอปพลิเคชัน	Audiometer			
	(n = 82)	(n = 82)			
500	14.09	17.13	3.04 (2.05-4.05)	4.57	<0.001
1,000	14.09	18.17	4.08 (3.27-4.90)	3.70	<0.001
2,000	14.57	18.41	3.84 (2.97-4.71)	4.00	<0.001
3,000	18.72	22.68	3.96 (2.93-5.00)	4.70	<0.001
4,000	21.28	25.18	3.90 (2.80-5.00)	5.03	<0.001
6,000	18.35	23.84	5.49 (4.30-6.68)	5.42	<0.001
8,000	13.05	17.20	4.15 (3.07-5.22)	4.89	<0.001

การทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระดับการได้ยินของหูข้างขวาและหูข้างซ้าย
ระหว่างการใช้ออปพลิเคชันในสมาร์ตโฟนร่วมกับหูฟังประเภทไร้สายกับการใช้เครื่อง Audiometer

1. การทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระดับการได้ยินของหูข้างขวาระหว่างการใช้
แอปพลิเคชันในสมาร์ตโฟนร่วมกับหูฟังประเภทไร้สายกับการใช้เครื่อง Audiometer

เมื่อทำการทดสอบความแตกต่างระหว่างระดับการได้ยินของหูข้างขวาระหว่างการใช้แอปพลิเคชันในสมาร์ตโฟนร่วมกับหูฟังประเภทไร้สายกับการใช้เครื่อง Audiometer พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ($p < 0.001$) ในทุกความถี่เช่นเดียวกัน ดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระดับการได้ยินของหูข้างขวาระหว่างการใช้แอปพลิเคชันในสมาร์ตโฟนร่วมกับหูฟังประเภทไร้สายกับการใช้เครื่อง Audiometer

ความถี่ (Hz)	ค่าเฉลี่ยระดับการได้ยิน ของหูข้างขวา (dB)		ผลต่างของค่าเฉลี่ย ระดับการได้ยิน (dB) (95%CI)	ส่วน เบี่ยงเบน มาตรฐาน	p-value
	การใช้ แอปพลิเคชัน (n =	การใช้ Audiometer (n = 41)			
	41)				
500	13.66	16.46	2.80 (1.15-4.46)	5.25	<0.001
1,000	13.90	18.05	4.15 (3.09-5.20)	3.34	<0.001
2,000	14.39	18.17	3.78 (2.42-5.14)	4.30	<0.001
3,000	18.41	22.56	4.15 (2.57-5.72)	4.99	<0.001
4,000	20.85	25.49	4.64 (3.04-6.23)	5.05	<0.001
6,000	18.29	23.05	4.76 (3.18-6.33)	4.99	<0.001
8,000	13.41	17.32	3.91 (2.34-5.46)	4.94	<0.001

2. การทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระดับการได้ยินของหูข้างซ้ายระหว่างการใช้แอปพลิเคชันในสมาร์ตโฟนร่วมกับหูฟังประเภทไร้สายกับการใช้เครื่อง Audiometer

เมื่อทำการทดสอบความแตกต่างระหว่างระดับการได้ยินของหูข้างซ้ายระหว่างการใช้แอปพลิเคชันในสมาร์ตโฟนร่วมกับหูฟังประเภทไร้สายกับการใช้เครื่อง Audiometer พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ($p < 0.001$) ในทุกความถี่เช่นเดียวกัน ดังตารางที่

ตารางที่ 10 ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระดับการได้ยินของหูข้างซ้ายระหว่างการใช้อแอปพลิเคชันในสมาร์ตโฟนร่วมกับหูฟังประเภทไร้สายกับการใช้เครื่อง Audiometer

ความถี่ (Hz)	ค่าเฉลี่ยระดับการได้ยิน ของหูข้างซ้าย (dB)		ผลต่างของค่าเฉลี่ย ระดับการได้ยิน (dB) (95%CI)	ส่วน เบี่ยงเบน มาตรฐาน	p-value
	การใช้	การใช้			
	แอปพลิเคชัน (n = 41)	Audiometer (n = 41)			
500	14.51	17.80	3.29 (2.09-4.50)	3.81	<0.001
1,000	14.27	18.29	4.02 (2.74-5.31)	4.07	<0.001
2,000	14.76	18.66	3.90 (2.76-5.05)	3.63	<0.001
3,000	19.02	22.80	3.78 (2.38-5.72)	4.44	<0.001
4,000	21.71	24.88	3.17 (3.04-6.23)	4.97	<0.001
6,000	18.41	24.63	6.22 (3.18-6.33)	5.79	<0.001
8,000	12.68	17.07	4.39 (2.34-5.46)	4.90	<0.001

ส่วนที่ 5 การประเมินความน่าเชื่อถือของการทดสอบสมรรถภาพการได้ยินโดยใช้แอปพลิเคชันในสมาร์ตโฟนร่วมกับหูฟังประเภทไร้สาย โดยเทียบกับเครื่อง

Audiometer

เมื่อประเมินความน่าเชื่อถือของการทดสอบสมรรถภาพการได้ยินโดยใช้แอปพลิเคชันในสมาร์ตโฟนร่วมกับหูฟังประเภทไร้สาย โดยเทียบกับการใช้เครื่อง Audiometer พบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในชั้น (ICC) ของระดับการได้ยินของหูทั้งสองข้างอยู่ในระดับสูงที่ความถี่ 500, 1,000 และ 2,000 Hz (ความถี่ในช่วงการสนทนา) มีค่า 0.71, 0.81 และ 0.84 ตามลำดับ ส่วนความถี่ 3,000, 4,000, 6,000 และ 8,000 Hz มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อยู่ในระดับสูงมาก มีค่า 0.91, 0.95, 0.94 และ 0.95 ตามลำดับ

เมื่อประเมินความน่าเชื่อถือของการทดสอบสมรรถภาพการได้ยินโดยใช้แอปพลิเคชันในสมาร์ตโฟนร่วมกับหูฟังประเภทไร้สาย โดยเทียบกับการใช้เครื่อง Audiometer ของหูข้างขวา พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในชั้น (ICC) ของระดับการได้ยินของหูข้างขวาอยู่ในระดับสูง

ที่ความถี่ 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 และเมื่อประเมินความน่าเชื่อถือของการทดสอบสมรรถภาพการได้ยินโดยใช้แอปพลิเคชันในสมาร์ทโฟนร่วมกับหูฟังประเภทไร้สาย โดยเทียบกับการใช้เครื่อง Audiometer ของหูข้างซ้าย พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในชั้น (ICC) ของระดับการได้ยินของหูข้างซ้ายอยู่ในระดับสูงที่ความถี่ 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 มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อยู่ในระดับสูงมาก เช่นเดียวกัน โดยมีค่า 0.93, 0.95, 0.94 และ 0.94 ตามลำดับ ดังตารางที่ 11

ตารางที่ 11 ความน่าเชื่อถือของการทดสอบสมรรถภาพการได้ยินโดยใช้แอปพลิเคชันในสมาร์ทโฟนร่วมกับหูฟังประเภทไร้สาย โดยเทียบกับการใช้เครื่อง 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)

* Two-way random for consistency of single measurement

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาแบบภาคตัดขวาง (Cross-sectional study) โดยใช้วิธีกึ่งทดลองแบบ 1 กลุ่ม (Quasi-experimental study: one group) เพื่อทดสอบสมรรถภาพการได้ยินโดยใช้แอปพลิเคชันในสมาร์ทโฟนร่วมกับหูฟังประเภทไร้สายในพนักงานที่มาเข้ารับบริการทดสอบสมรรถภาพการได้ยินที่โรงพยาบาลแห่งหนึ่งของจังหวัดชลบุรี และเพื่อเปรียบเทียบผลการทดสอบสมรรถภาพการได้ยินทางอาชีวอนามัยระหว่างการใช้อุปกรณ์ Audiometer กับการใช้แอปพลิเคชันในสมาร์ทโฟนร่วมกับหูฟังประเภทไร้สาย รวมถึงประเมินความน่าเชื่อถือของแอปพลิเคชันในสมาร์ทโฟนร่วมกับหูฟังประเภทไร้สายโดยเทียบกับเครื่อง Audiometer โดยผู้วิจัยได้ทำการเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 41 คน ซึ่งผลที่ได้จากการศึกษาวิจัยครั้งนี้ได้นำมาสรุปวิเคราะห์ อภิปรายผล และข้อเสนอแนะดังนี้

สรุปผลการวิจัย

ผลการศึกษาวิจัยถึงผลของแอปพลิเคชันในสมาร์ทโฟนร่วมกับหูฟังประเภทไร้สาย เพื่อการบ่งชี้ผลการทดสอบสมรรถภาพการได้ยิน: กรณีศึกษาในพนักงานที่มาใช้บริการในโรงพยาบาลแห่งหนึ่งของจังหวัดชลบุรี สามารถสรุปได้ดังนี้

1. ข้อมูลส่วนบุคคล

ลักษณะข้อมูลส่วนบุคคลของกลุ่มตัวอย่างได้มาจากการสุ่มแบบมีระบบจากประชากรที่ศึกษาในครั้งนี้คือ พนักงานทุกคนที่เข้ามาใช้บริการทดสอบสมรรถภาพการได้ยินก่อนเข้าทำงาน (Preplacement examination) ที่โรงพยาบาลแห่งหนึ่งของจังหวัดชลบุรี และผ่านเกณฑ์คัดเลือกเข้าการศึกษา ได้กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 41 คน โดยพบว่า ส่วนใหญ่กลุ่มตัวอย่างเป็นเพศชาย ร้อยละ 73.17 และเพศหญิง 11 คน ร้อยละ 26.83 มีอายุอยู่ในช่วงระหว่าง 18 - 30 ปี ร้อยละ 53.60 รองลงมาคืออยู่ในช่วงระหว่าง 31 - 40 ปี ร้อยละ 31.70 อายุเฉลี่ย 31.10 ปี ไม่มีโรคประจำตัว ร้อยละ 75.61 มีโรคประจำตัว ร้อยละ 24.39 ส่วนใหญ่มีอาชีพเป็นพนักงานฝ่ายผลิต ร้อยละ 80.48 รองลงมาคือพนักงานสำนักงาน ร้อยละ 9.76 พนักงานขาย ร้อยละ 4.88 และพนักงานขับรถ ร้อยละ 4.88 ตามลำดับ กลุ่มตัวอย่างทั้งหมดมีการพักผ่อนก่อนทำการทดสอบอย่างน้อย 14 ชั่วโมง ร้อยละ 100.00 จำนวนชั่วโมงในการพักผ่อนเฉลี่ย 16.80 ชั่วโมง ส่วนใหญ่ไม่มีประวัติต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับ การได้ยิน ร้อยละ 90.24 และมีประวัติที่เกี่ยวข้องกับการได้ยินในอดีต เช่น การเจ็บป่วยจากโรคหู



น้ำหนัก การประกอบอาชีพที่มีเสียงดัง เป็นต้น ร้อยละ 9.76 ส่วนเรื่องของประวัติสูบบุหรี่ กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ไม่มีประวัติสูบบุหรี่ ร้อยละ 48.78 มีประวัติสูบบุหรี่แต่ปัจจุบันเลิกแล้ว ร้อยละ 24.39 และปัจจุบันสูบบุหรี่อยู่ ร้อยละ 26.83

2. ผลการทดสอบระดับการได้ยินในความถี่ต่าง ๆ

2.1 การใช้แอปพลิเคชันในสมาร์ตโฟนร่วมกับหูฟังประเภทไร้สาย

ผลการทดสอบระดับการได้ยินในความถี่ต่าง ๆ โดยการใช้แอปพลิเคชันในสมาร์ตโฟนร่วมกับหูฟังประเภทไร้สาย พบว่า หูข้างขวา ที่ความถี่ 500 Hz มีค่าต่ำสุด - ค่าสูงสุดอยู่ระหว่าง 5 - 25 dB และมีค่าเฉลี่ย 13.66 dB ที่ความถี่ 1,000 Hz มีค่าต่ำสุด - ค่าสูงสุดอยู่ระหว่าง 0 - 25 dB และมีค่าเฉลี่ย 13.90 dB ที่ความถี่ 2,000 Hz มีค่าต่ำสุด - ค่าสูงสุดอยู่ระหว่าง -5 - 30 dB และมีค่าเฉลี่ย 14.39 dB ที่ความถี่ 3,000 Hz มีค่าต่ำสุด - ค่าสูงสุดอยู่ระหว่าง 0 - 55 dB และมีค่าเฉลี่ย 18.41 dB ที่ความถี่ 4,000 Hz มีค่าต่ำสุด - ค่าสูงสุดอยู่ระหว่าง 0 - 55 dB และมีค่าเฉลี่ย 20.85 dB ที่ความถี่ 6,000 Hz มีค่าต่ำสุด - ค่าสูงสุดอยู่ระหว่าง -5 - 60 dB และมีค่าเฉลี่ย 18.29 dB ที่ความถี่ 8,000 Hz มีค่าต่ำสุด - ค่าสูงสุดอยู่ระหว่าง -10 - 65 dB และมีค่าเฉลี่ย 13.41 dB สำหรับหูข้างซ้าย ที่ความถี่ 500 Hz มีค่าต่ำสุด - ค่าสูงสุดอยู่ระหว่าง 5 - 30 dB และมีค่าเฉลี่ย 14.51 dB ที่ความถี่ 1,000 Hz มีค่าต่ำสุด - ค่าสูงสุดอยู่ระหว่าง 5 - 30 dB และมีค่าเฉลี่ย 14.27 dB ที่ความถี่ 2,000 Hz มีค่าต่ำสุด - ค่าสูงสุดอยู่ระหว่าง 0 - 30 dB และมีค่าเฉลี่ย 14.76 dB ที่ความถี่ 3,000 Hz มีค่าต่ำสุด - ค่าสูงสุดอยู่ระหว่าง 0 - 45 dB และมีค่าเฉลี่ย 19.02 dB ที่ความถี่ 4,000 Hz มีค่าต่ำสุด - ค่าสูงสุดอยู่ระหว่าง 0 - 55 dB และมีค่าเฉลี่ย 21.71 dB ที่ความถี่ 6,000 Hz มีค่าต่ำสุด - ค่าสูงสุดอยู่ระหว่าง 0 - 60 dB และมีค่าเฉลี่ย 18.41 dB ที่ความถี่ 8,000 Hz มีค่าต่ำสุด - ค่าสูงสุดอยู่ระหว่าง -5 - 45 dB และมีค่าเฉลี่ย 12.68 dB

2.2 การใช้เครื่อง Audiometer

ผลการทดสอบระดับการได้ยินในความถี่ต่าง ๆ โดยการใช้เครื่อง Audiometer พบว่า หูข้างขวา ที่ความถี่ 500 Hz มีค่าต่ำสุด - ค่าสูงสุดอยู่ระหว่าง 0 - 25 dB และมีค่าเฉลี่ย 16.46 dB ที่ความถี่ 1,000 Hz มีค่าต่ำสุด - ค่าสูงสุดอยู่ระหว่าง 5 - 25 dB และมีค่าเฉลี่ย 18.05 dB ที่ความถี่ 2,000 Hz มีค่าต่ำสุด - ค่าสูงสุดอยู่ระหว่าง 0 - 35 dB และมีค่าเฉลี่ย 18.17 dB ที่ความถี่ 3,000 Hz มีค่าต่ำสุด - ค่าสูงสุดอยู่ระหว่าง 5 - 55 dB และมีค่าเฉลี่ย 22.56 dB ที่ความถี่ 4,000 Hz มีค่าต่ำสุด - ค่าสูงสุดอยู่ระหว่าง 5-60 dB และมีค่าเฉลี่ย 25.49 dB ที่ความถี่ 6,000 Hz มีค่าต่ำสุด - ค่าสูงสุดอยู่ระหว่าง -10 - 60 dB และมีค่าเฉลี่ย 23.05 dB ที่ความถี่ 8,000 Hz มีค่าต่ำสุด - ค่าสูงสุดอยู่ระหว่าง -10 - 65 dB และมีค่าเฉลี่ย 17.32 dB สำหรับหูข้างซ้าย ที่ความถี่ 500 Hz มีค่าต่ำสุด - ค่าสูงสุดอยู่ระหว่าง 10 - 35 dB และมีค่าเฉลี่ย 17.80 dB ที่ความถี่ 1,000 Hz มีค่าต่ำสุด - ค่าสูงสุดอยู่ระหว่าง

5 - 35 dB และมีค่าเฉลี่ย 18.29 dB ที่ความถี่ 2,000 Hz มีค่าต่ำสุด - ค่าสูงสุดอยู่ระหว่าง 5 - 35 dB และมีค่าเฉลี่ย 18.66 dB ที่ความถี่ 3,000 Hz มีค่าต่ำสุด - ค่าสูงสุดอยู่ระหว่าง 5 - 55 dB และมีค่าเฉลี่ย 22.80 dB ที่ความถี่ 4,000 Hz มีค่าต่ำสุด - ค่าสูงสุดอยู่ระหว่าง 0 - 65 dB และมีค่าเฉลี่ย 24.88 dB ที่ความถี่ 6,000 Hz มีค่าต่ำสุด - ค่าสูงสุดอยู่ระหว่าง -5 - 65 dB และมีค่าเฉลี่ย 24.63 dB ที่ความถี่ 8,000 Hz มีค่าต่ำสุด - ค่าสูงสุดอยู่ระหว่าง -10 - 50 dB และมีค่าเฉลี่ย 17.07 dB

3. ผลการทดสอบค่าเฉลี่ยการได้ยินในช่วงการสนทนา (500 - 2,000 Hz) โดยการใช้แอปพลิเคชันร่วมกับหูฟังประเภทไร้สายและเครื่อง Audiometer

ผลของการทดสอบค่าเฉลี่ยการได้ยินในช่วงการสนทนา (500 - 2,000 Hz) โดยการใช้แอปพลิเคชันร่วมกับหูฟังประเภทไร้สาย พบว่า หูข้างขวาและหูข้างซ้ายมีค่าเฉลี่ยระดับการได้ยินในช่วงการสนทนา 13.98 dB และ 14.51 dB ตามลำดับ ในขณะที่หูทั้งสองข้างมีค่าเฉลี่ยระดับการได้ยินในช่วงการสนทนา 14.25 dB สำหรับการใช้อุปกรณ์ Audiometer พบว่า หูข้างขวาและหูข้างซ้ายมีค่าเฉลี่ยระดับการได้ยินในช่วงการสนทนา 17.56 dB และ 18.25 dB ตามลำดับ ในขณะที่หูทั้งสองข้างมีค่าเฉลี่ยระดับการได้ยินในช่วงการสนทนา 17.90 dB

4. การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระดับการได้ยินในความถี่ต่าง ๆ ที่ได้จากการทดสอบโดยใช้อุปกรณ์ในสมาร์ทโฟนร่วมกับหูฟังประเภทไร้สายและเครื่อง Audiometer

เมื่อทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระดับการได้ยินที่ได้จากการทดสอบโดยใช้อุปกรณ์ในสมาร์ทโฟนร่วมกับหูฟังประเภทไร้สายและเครื่อง Audiometer ในแต่ละความถี่ของหูข้างขวาและหูข้างซ้าย พบว่า ค่าเฉลี่ยของระดับการได้ยินที่ได้จากการทดสอบโดยใช้อุปกรณ์ในสมาร์ทโฟนร่วมกับหูฟังประเภทไร้สายมีค่าต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของระดับการได้ยินที่ได้จากการทดสอบโดยใช้อุปกรณ์ Audiometer ในทุกความถี่ของหูข้างขวาและหูข้างซ้าย

การทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระดับการได้ยินของหูทั้งสองข้างระหว่างการใช้แอปพลิเคชันในสมาร์ทโฟนร่วมกับหูฟังประเภทไร้สายกับการใช้อุปกรณ์ Audiometer

เมื่อทำการทดสอบความแตกต่างระหว่างระดับการได้ยินที่ได้จากการทดสอบโดยใช้อุปกรณ์ในสมาร์ทโฟนร่วมกับหูฟังประเภทไร้สายกับการใช้อุปกรณ์ Audiometer พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ($p < 0.001$) ในทุก ๆ ความถี่ของหูทั้งสองข้าง โดยที่ความถี่ 500 Hz มีผลต่างของค่าเฉลี่ยระดับการได้ยินที่ 3.04 เดซิเบล ความถี่ 1,000 Hz มีผลต่างของค่าเฉลี่ยระดับการได้ยินที่ 4.08 เดซิเบล ความถี่ 2,000 Hz มีผลต่างของค่าเฉลี่ยระดับการได้ยินที่ 3.84 เดซิเบล ความถี่ 3,000 Hz มีผลต่างของค่าเฉลี่ยระดับการได้ยินที่ 3.96 เดซิเบล ความถี่ 4,000 Hz มีผลต่างของค่าเฉลี่ยระดับการได้ยินที่ 3.90 เดซิเบล ความถี่ 6,000 Hz มีผลต่าง

ของค่าเฉลี่ยระดับการได้ยินที่ 5.49 เดซิเบล และความถี่ 8,000 Hz มีผลต่างของค่าเฉลี่ยระดับการได้ยินที่ 4.15 เดซิเบล

การทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระดับการได้ยินของหูข้างขวาและหูข้างซ้าย ระหว่างการใช้แอปพลิเคชันในสมาร์ตโฟนร่วมกับหูฟังประเภทไร้สายกับการใช้เครื่อง Audiometer

1. การทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระดับการได้ยินของหูข้างขวาระหว่างการใช้แอปพลิเคชันในสมาร์ตโฟนร่วมกับหูฟังประเภทไร้สายกับการใช้เครื่อง Audiometer

เมื่อทำการทดสอบความแตกต่างระหว่างระดับการได้ยินของหูข้างขวาระหว่างการใช้แอปพลิเคชันในสมาร์ตโฟนร่วมกับหูฟังประเภทไร้สายกับการใช้เครื่อง Audiometer พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ($p < 0.001$) ในทุกความถี่เช่นเดียวกัน

2. การทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระดับการได้ยินของหูข้างซ้ายระหว่างการใช้แอปพลิเคชันในสมาร์ตโฟนร่วมกับหูฟังประเภทไร้สายกับการใช้เครื่อง Audiometer

เมื่อทำการทดสอบความแตกต่างระหว่างระดับการได้ยินของหูข้างซ้ายระหว่างการใช้แอปพลิเคชันในสมาร์ตโฟนร่วมกับหูฟังประเภทไร้สายกับการใช้เครื่อง Audiometer พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ($p < 0.001$) ในทุกความถี่เช่นเดียวกัน

5. การประเมินความน่าเชื่อถือของการทดสอบสมรรถภาพการได้ยินโดยใช้แอปพลิเคชันในสมาร์ตโฟนร่วมกับหูฟังประเภทไร้สาย โดยเทียบกับเครื่อง Audiometer

เมื่อประเมินความน่าเชื่อถือของการทดสอบสมรรถภาพการได้ยินโดยใช้แอปพลิเคชันในสมาร์ตโฟนร่วมกับหูฟังประเภทไร้สาย โดยเทียบกับการใช้เครื่อง Audiometer พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในชั้น (ICC) ของระดับการได้ยินของหูทั้งสองข้างอยู่ในระดับสูงที่ความถี่ 500, 1,000 และ 2,000 Hz (ความถี่ในช่วงการสนทนา) มีค่า 0.71, 0.81 และ 0.84 ตามลำดับ ส่วนความถี่ 3,000, 4,000, 6,000 และ 8,000 Hz มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อยู่ในระดับสูงมาก มีค่า 0.91, 0.95, 0.94 และ 0.95 ตามลำดับ

เมื่อประเมินความน่าเชื่อถือของการทดสอบสมรรถภาพการได้ยินโดยใช้แอปพลิเคชันในสมาร์ตโฟนร่วมกับหูฟังประเภทไร้สาย โดยเทียบกับการใช้เครื่อง Audiometer ของหูข้างขวา พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในชั้น (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 และเมื่อประเมินความน่าเชื่อถือของการทดสอบสมรรถภาพการได้ยินโดยใช้แอปพลิเคชันในสมาร์ตโฟนร่วมกับหูฟังประเภทไร้สาย โดยเทียบกับการใช้เครื่อง Audiometer ของหูข้างซ้าย พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในชั้น (ICC) ของระดับการได้ยินของหูข้าง

ซ้ายอยู่ในระดับสูงที่ความถี่ 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 มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อยู่ในระดับสูงมาก เช่นเดียวกัน โดยมีค่า 0.93, 0.95, 0.94 และ 0.94 ตามลำดับ

อภิปรายผลการวิจัย

ในการศึกษาวิจัยนี้ผู้วิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบสมรรถภาพการได้ยินโดยใช้แอปพลิเคชันในสมาร์ทโฟนร่วมกับหูฟังประเภทไร้สายและเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างผลการทดสอบสมรรถภาพการได้ยินโดยใช้แอปพลิเคชันในสมาร์ทโฟนร่วมกับหูฟังประเภทไร้สายกับเครื่อง Audiometer รวมถึงการประเมินความน่าเชื่อถือของการทดสอบสมรรถภาพการได้ยิน โดยได้ทำการควบคุมปัจจัยที่ส่งต่อการทดสอบสมรรถภาพการได้ยิน ได้แก่ การควบคุมเสียงรบกวนรอบข้าง (Background noise) ขั้นตอนและวิธีการทดสอบรวมถึงการสอบเทียบ (Calibration) ให้เป็นไปในแนวทางเดียวกันระหว่างแอปพลิเคชันในสมาร์ทโฟนร่วมกับหูฟังประเภทไร้สายและเครื่อง Audiometer

ผลการศึกษาวิจัยครั้งนี้ พบว่า ผลการเปรียบเทียบของผลต่างของค่าเฉลี่ยระดับการได้ยินที่ได้จากการทดสอบโดยการใช้อุปกรณ์ในสมาร์ทโฟนร่วมกับหูฟังประเภทไร้สายกับการใช้เครื่อง Audiometer มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ($p < 0.001$) ในทุกความถี่ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Abu-Ghanem et al. (2016) และ Van Tonder et al. (2017) ซึ่งพบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นเดียวกัน นอกจากนี้ผลการวิจัยยังพบว่า ระดับการได้ยินที่ได้จากการทดสอบโดยการใช้อุปกรณ์ร่วมกับหูฟังประเภทไร้สาย มีค่าต่ำกว่าระดับการได้ยินที่ได้จากการทดสอบโดยการใช้อุปกรณ์ Audiometer ในทุก ๆ ความถี่ของทั้งหูซ้ายและหูขวา โดยผลต่างของค่าเฉลี่ยระดับการได้ยินอยู่ในช่วง 2.81-6.22 เดซิเบล ซึ่งเป็นค่าที่ใกล้เคียงกับหลายการศึกษาในอดีต (กัลยลักษณ์ คชวงษ์, 2561; Masalski, Grysinski, & Krecicki, 2018; Patel, 2021)

อย่างไรก็ตามแม้ว่าผู้วิจัยได้ทำการควบคุมปัจจัยที่ส่งต่อการทดสอบสมรรถภาพการได้ยินแล้ว แต่ผลการวิจัยไม่สอดคล้องกับ Guo et al. (2021) ที่ศึกษาถึงประสิทธิภาพของการใช้หูฟังประเภทไร้สายในการทดสอบสมรรถภาพการได้ยินโดยใช้เครื่อง Audiometer เทียบกับหูฟังประเภทมีสาย โดยผลการศึกษาพบว่า ระดับการได้ยินที่ได้จากการทดสอบโดยใช้หูฟังประเภทไร้สายมีค่ามากกว่าหูฟังประเภทมีสาย ซึ่งหูฟังประเภทไร้สายที่ใช้ในการศึกษานี้ไม่มีฟังก์ชันการตัดเสียงรบกวนจากภายนอก (Active Noise Cancelling; ANC) ทั้งนี้อาจจะเป็นเพราะฟังก์ชันที่แตกต่างกันของหูฟังที่ใช้ในการทดสอบสมรรถภาพการได้ยินโดยใช้แอปพลิเคชันและเครื่อง Audiometer

สำหรับในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบโดยใช้หูฟังประเภทไร้สายที่มีฟังก์ชันการตัดเสียงรบกวนจากภายนอก (Active Noise Cancelling; ANC) ส่วนหูฟังที่ใช้ในการทดสอบกับเครื่อง Audiometer ไม่มีฟังก์ชันการตัดเสียงรบกวนจากภายนอก (Active Noise Cancelling; ANC) ดังนั้นขณะที่กลุ่มตัวอย่างที่ทำการทดสอบสมรรถภาพการได้ยินโดยใช้แอปพลิเคชันร่วมกับหูฟังประเภทไร้สาย อาจมีเสียงรบกวนรอบข้างที่น้อยกว่าขณะที่ทำการทดสอบโดยใช้เครื่อง Audiometer ส่งผลให้ระดับการได้ยินที่ได้จากการทดสอบโดยใช้แอปพลิเคชันร่วมกับหูฟังประเภทไร้สายมีค่าเฉลี่ยที่ต่ำกว่าการใช้เครื่อง Audiometer ซึ่งทำให้เห็นว่าการวิจัยนี้ เมื่อใช้แอปพลิเคชันในสมาร์ตโฟนร่วมกับหูฟังประเภทไร้สายที่มีการตัดเสียงรบกวนจากภายนอกมีประสิทธิภาพที่ดีกว่าการใช้เครื่อง Audiometer

สำหรับการประเมินความน่าเชื่อถือของแอปพลิเคชันในสมาร์ตโฟนร่วมกับหูฟังประเภทไร้สายโดยเทียบกับการใช้เครื่อง Audiometer พบว่า ในช่วงความถี่ 3,000, 4,000, 6,000 และ 8,000 Hz มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในชั้น (ICC) ที่สูงกว่าช่วงความถี่ 500, 1,000 และ 2,000 Hz อาจเป็นไปได้ว่าเสียงรบกวนภายนอกห้องทดสอบสมรรถภาพการได้ยินเป็นเสียงที่มีความถี่ในช่วง 500 - 2,000 Hz ซึ่งสามารถปะปนได้บ้างในบางช่วงของการทดสอบ ประกอบกับฟังก์ชันที่แตกต่างกันของหูฟัง ทำให้ความน่าเชื่อถือของการทดสอบในช่วงความถี่เหล่านี้ลดลงบ้าง แต่อย่างไรก็ตามค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในชั้น (ICC) ของทุก ๆ ความถี่ยังคงอยู่ในระดับสูงถึงสูงมาก แสดงให้เห็นว่าการทดสอบสมรรถภาพการได้ยินโดยใช้แอปพลิเคชันร่วมกับหูฟังประเภทไร้สายมีความน่าเชื่อถือและให้ข้อมูลที่สอดคล้องไปในทิศทางเดียวกันในทุก ๆ ความถี่ของหูทั้งสองข้าง

ดังนั้นการใช้แอปพลิเคชันร่วมกับหูฟังประเภทไร้สายนับว่ามีประโยชน์ในการนำมาใช้คัดกรองปัญหาหูเสื่อมจากการทำงานสัมผัสเสียงดัง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกลุ่มพนักงานในสถานประกอบการที่มีการสัมผัสเสียงดังไม่เกินเกณฑ์ที่กฎหมายกำหนดและมีการสัมผัสสารเคมีที่มีผลต่อเซลล์ประสาทของหูร่วมด้วย รวมไปถึงในปัจจุบันแอปพลิเคชันและหูประเภทไร้สาย ทุกคนสามารถเข้าถึงได้ ต้นทุนไม่สูงมากนัก จึงอาจนำมาใช้เป็นทางเลือกในการทดสอบสมรรถภาพการได้ยินเบื้องต้น ในพื้นที่ที่ห่างไกล ขาดแคลนเครื่องมือมาตรฐานและขาดแคลนผู้เชี่ยวชาญในการใช้เครื่องมือมาตรฐาน ส่งผลให้อาจมีการตรวจพบความผิดปกติของการได้ยินได้อย่างรวดเร็ว ทำให้สามารถไปพบแพทย์เพื่อเข้ารับการวินิจฉัยและรักษาได้อย่างรวดเร็วและทันต่อทั้ง

ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาวิจัยถึงผลของแอปพลิเคชันในสมาร์ตโฟนร่วมกับหูฟังประเภทไร้สาย เพื่อการบ่งชี้ผลการทดสอบสมรรถภาพการได้ยิน: กรณีศึกษาในพนักงานที่มารับบริการในโรงพยาบาลแห่งหนึ่งของจังหวัดชลบุรี ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะดังนี้

1. ข้อเสนอแนะที่ได้จากการวิจัยในครั้งนี้

1.1 การทดสอบสมรรถภาพการได้ยินโดยใช้แอปพลิเคชันร่วมกับหูฟังประเภทไร้สายมีความน่าเชื่อถือและให้ข้อมูลที่สอดคล้องไปในทิศทางเดียวกัน

1.2 ในระดับองค์กร ผู้ที่เกี่ยวข้องสามารถนำแอปพลิเคชันและหูฟังประเภทไร้สายไปใช้คัดกรองปัญหาหูเสื่อมจากการทำงานสัมผัสเสียงดัง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกลุ่มพนักงานในสถานประกอบการที่มีการสัมผัสเสียงดัง ไม่เกินเกณฑ์ที่กฎหมายกำหนดและมีการสัมผัสสารเคมีที่มีผลต่อเซลล์ประสาทของหูร่วมด้วย

1.3 การใช้แอปพลิเคชันร่วมกับหูฟังประเภทไร้สายเป็นทางเลือกที่ดีและเหมาะสมในการทดสอบสมรรถภาพการได้ยินเบื้องต้น ในพื้นที่ที่ห่างไกล ขาดแคลนเครื่องมือมาตรฐานและขาดแคลนผู้เชี่ยวชาญในการใช้เครื่องมือมาตรฐาน

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ในการทำวิจัยครั้งต่อไป ควรมีการศึกษาในเรื่องฟังก์ชันของหูฟังประเภทไร้สายที่มีผลต่อการทดสอบสมรรถภาพการได้ยิน เช่น ฟังก์ชันตัดเสียงรบกวนจากภายนอก (Active Noise Cancelling; ANC) เป็นต้น

2.2 ในการทำวิจัยครั้งต่อไปอาจจะศึกษาถึงประสิทธิผลของแอปพลิเคชันในการคัดกรองปัญหาโรคหูเสื่อมจากการทำงานสัมผัสเสียงดังโดยเปรียบเทียบกับการใช้เครื่อง Audiometer

บรรณานุกรม

- กระทรวงแรงงาน. (2559). กฎกระทรวง กำหนดมาตรฐานในการบริหาร จัดการ และดำเนินการ ด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงานเกี่ยวกับความร้อน แสงสว่างและเสียง พ.ศ. 2559. วันที่ค้นข้อมูล 2 ธันวาคม 2565, เข้าถึงได้จาก <http://cste.sut.ac.th/csteshe/wp-content/lews/Law06.pdf>
- กระทรวงแรงงาน. (2561). ประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงานเรื่องหลักเกณฑ์และวิธีการ จัดทำมาตรการอนุรักษ์การไต่ยืนในสถานประกอบกิจการ. วันที่ค้นข้อมูล 13 มีนาคม 2565, เข้าถึงได้จาก <https://www.gem-thai.com/wp-content/uploads/2019/03/02.pdf>
- กระทรวงแรงงาน. (2563). สถานการณ์การประสบอันตรายหรือเจ็บป่วยเนื่องจากการทำงาน ปี 2559-2563. วันที่ค้นข้อมูล 13 มีนาคม 2565, เข้าถึงได้จาก https://www.sso.go.th/wpr/assets/upload/files_storage/sso_th/5ebe42693bf27ca624d2a14a89f99223.pdf
- กระทรวงสาธารณสุข. (2561). รายงานสถานการณ์โรคและภัยสุขภาพจากการประกอบอาชีพและ สิ่งแวดล้อม. วันที่ค้นข้อมูล 13 มีนาคม 2565, เข้าถึงได้จาก http://envocc.ddc.moph.go.th/uploads/situation2/2561/2561_01_envocc_situation.pdf
- กระทรวงอุตสาหกรรม. (2555). กำหนดมาตรฐาน ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม แนวปฏิบัติการตรวจ สุขภาพตามปัจจัยเสี่ยงด้านเคมีและกายภาพจากการประกอบอาชีพในสถานประกอบ กิจการ. วันที่ค้นข้อมูล 13 มีนาคม 2565, เข้าถึงได้จาก http://www.fio.co.th/web/tisi_fio/fulltext/TIS2547-2555.pdf
- กองโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม. (2561). รายงานสถานการณ์โรคและภัยสุขภาพ จากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม ปี 2561. วันที่ค้นข้อมูล 13 มีนาคม 2565, เข้าถึงได้จาก http://envocc.ddc.moph.go.th/uploads/situation2/2561/2561_01_envocc_situation.pdf
- กัลยลักษณ์ คชวงษ์. (2561). ความน่าเชื่อถือของโปรแกรมตรวจการไต่ยืน โดยใช้โทรศัพท์มือถือ เพื่อใช้คัดกรองหาระดับการไต่ยืนในโรงพยาบาลระนอง. วารสารวิชาการแพทย์เขต 11, 32(2), 945-954.
- คณาจุติ ชื่นชม. (2555). การพัฒนาแอปพลิเคชัน ศูนย์รวมข่าวสารจากเครือข่ายออนไลน์สำหรับ วิทยาลัยนวัตกรรมการสื่อสารสังคมบนระบบปฏิบัติการ iOS. สารนิพนธ์ปริญญาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

มูลนิธิสมาชิเวช. (2561). *แนวทางการแปลผลและตรวจสอบสมรรถภาพการได้ยินในงานอาชีพอนามัย*.

ชลบุรี: มูลนิธิสมาชิเวช.

สำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม. (2560). *แนวทางการตรวจคัดกรองสมรรถภาพการได้ยินและการแปลผล (ฉบับปรับปรุงปี 2560)*. วันที่สืบค้นข้อมูล 12 มีนาคม 2565, เข้าถึงได้จาก http://envocc.ddc.moph.go.th/uploads/samutprakarn/hearing_chep4_baseline%20Jan2017.pdf

Abu-Ghanem, S., Handzel, O., Ness, L., Ben-Artzi-Blima, M., Fait-Ghelbendorf, K., & Himmelfarb, M. (2016). Smartphone-based audiometric test for screening hearing loss in the elderly. *European archives of oto-rhino-laryngology*, 273(2), 333-339.

American Conference of Governmental Industrial Hygienists. (2022). *The documentation of the threshold limit values for chemical substances and physical agents biological exposure indices*. n.p.

American Speech Language Hearing Association. (2005). Guidelines for manual pure-tone threshold audiometry. n.p.

Amjad-Sardrudi, H., Dormohammadi, A., Golmohammadi, R., & Poorolajal, J. (2012). Effect of noise exposure on occupational injuries: a cross-sectional study. *Journal of research in health sciences*, 12(2), 101-104.

Andone, I., Błaszkiwicz, K., Eibes, M., Trendafilov, B., Montag, C., & Markowetz, A. (2016). *How age and gender affect smartphone usage*. Paper presented at the Proceedings of the 2016 ACM International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing: Adjunct.

Anuar, K. B., Rani, M., Hitam, S. B., & Noh, A. (2018). Exploring uhear hearing application as a mobile screening tool for the underprivileged. *Rawal Med J*, 43(4), 717-720.

Aremu, S. K. (2018). Evaluation of the hearing test pro application as a screening tool for hearing loss assessment. *Niger Med J*, 59(5), 55-58. doi:10.4103/nmj.NMJ_160_18

Ashmore, J. (1989). *Mechanics of hearing*. New York: Plenum.

Aw, T., Ahmed, S., Choudat, D., Cullinan, P., Eglite, M., & Foa, V. (2009). *Information notices on occupational diseases: a guide to diagnosis*. Brussels: European Communities.

British Society of Audiology. (2011). *Recommended procedure pure-tone air-conduction and bone-conduction threshold audiometry with and without masking*. Retrieved from

http://www.batodfoundation.org.uk/docs/downloads/earlysupport/PDF_BSA_Recommendations.pdf

- Chen, C. H., Lin, H. H., Wang, M. C., Chu, Y. C., Chang, C. Y., Huang, C. Y., & Cheng, Y. F. (2021). Diagnostic accuracy of smartphone-based audiometry for hearing loss detection: Meta-analysis. *JMIR Mhealth Uhealth*, 9(9), e28378. doi:10.2196/28378
- Chittka, L., & Brockmann, A. (2005). Perception space - the final frontier. *PLoS biology*, 3(4), e137.
- Chu, Y. C., Cheng, Y. F., Lai, Y. H., Tsao, Y., Tu, T. Y., Young, S. T., . . . Liao, W. H. (2019). A mobile phone-based approach for hearing screening of school-age children: Cross-sectional validation study. *JMIR Mhealth Uhealth*, 7(4), e12033. doi:10.2196/12033
- Corona, A. P., Ferrite, S., Bright, T., & Polack, S. (2020). Validity of hearing screening using hear test smartphone-based audiometry: performance evaluation of different response modes. *Int J Audiol*, 59(9), 666-673. doi:10.1080/14992027.2020.1731767
- Dhand, N. K., & Khatkar, M. S. (2014). Sample size calculator for comparing two paired means. Retrieved from <http://statulator.com/SampleSize/ss2PM.html>
- Dourado, E. C., Corona, A. P., & Ferrite, S. (2017). Ear canal collapse prevalence and associated factors among users of a center of prevention and rehabilitation for disabilities. *Revista CEFAC*, 19(6), 749-755. doi:10.1590/1982-0216201719611317
- Durgut, O., Ekim, B., Dikici, O., Solmaz, F., Agirgol, B., & Ozbakan, A. (2020). Evaluation of hearing thresholds by using a mobile application in children with otitis media with effusion. *Audiol Neurotol*, 25(3), 120-124. doi:10.1159/000505309
- Frumkin, H., & Haines, A. (2019). Global environmental change and noncommunicable disease risks. *Annual Review of Public health*, 40, 261-282.
- Goelzer, B., Hansen, C. H., & Sehrndt, G. (2001). *Occupational exposure to noise: evaluation, prevention and control*. World Health Organization.
- Guo, Z., Yu, G., Zhou, H., Wang, X., Lu, Y., & Meng, Q. (2021). Utilizing true wireless stereo earbuds in automated pure-tone audiometry. *Trends in Hearing*, 25, 23312165211057367.
- Health and Safety Executive. (2005). *Controlling noise at work*. n.p.
- Hodgkinson, L., & Prasher, D. (2006). Effects of industrial solvents on hearing and balance: a

- review. *Noise and health*, 8(32), 114.
- Jessica van Tonder, D. W. S., Mahomed-Asmail, F., Myburgh, H., Robert, H. E. (2017). Automated smartphone threshold audiometry: Validity and time efficiency. *Journal of the American Academy of Audiology*, 28(03), 200-208.
- Jones, K. E. (1990). *High frequency acoustic reflexes in cochlea-impaired and normal ears*. Retrieved from https://pdxscholar.library.pdx.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=5105&context=open_access_etds
- Kurabi, A., Keithley, E. M., Housley, G. D., Ryan, A. F., & Wong, A. C. (2017). Cellular mechanisms of noise-induced hearing loss. *Hear Res*, 349, 129-137. doi:10.1016/j.heares.2016.11.013
- LaDou, J. (2022). *Current diagnosis & treatment: Occupational & environmental medicine* (6th ed.). New York.
- Laricchia, F. (2022). *Market share of mobile operating systems worldwide 2012-2022*. Retrieved from <https://www.statista.com/statistics/272698/global-market-share-held-by-mobile-operating-systems-since-2009/>
- Li, L. Y. J., Wang, S. Y., Wu, C. J., Tsai, C. Y., Wu, T. F., & Lin, Y. S. (2020). Screening for hearing impairment in older adults by smartphone-based audiometry, self-perception, HHIE screening questionnaire, and free-field voice test: Comparative evaluation of the screening accuracy with standard pure-tone audiometry. *JMIR Mhealth Uhealth*, 8(10), e17213. doi:10.2196/17213
- Livshitz, L., Ghanayim, R., Kraus, C., Farah, R., Even-Tov, E., Avraham, Y., . . . Gilbey, P. (2017). Application-based hearing screening in the elderly population. *Ann Otol Rhinol Laryngol*, 126(1), 36-41. doi:10.1177/0003489416672873
- Louw, C., Swanepoel, D. W., Eikelboom, R. H., & Myburgh, H. C. (2017). Smartphone-based hearing screening at primary health care clinics. *Ear and Hearing*, 38(2), e93-e100.
- Lycke, M., Debruyne, P. R., Lefebvre, T., Martens, E., Ketelaars, L., Pottel, H., . . . Vergauwe, P. (2018). The use of uHear™ to screen for hearing loss in older patients with cancer as part of a comprehensive geriatric assessment. *Acta Clinica Belgica*, 73(2), 132-138.
- Magda, A., Bauer, A. S., Adriane, R. T., Patrícia, M., Alexandre, H. L., Ângelo, J., & Goncalves, B. (2021). Development and accuracy of a hearing screening application. *Brazilian Journal*

of Otorhinolarungology, 87(6), 711-717.

- Masalski, M., Grysinski, T., & Krecicki, T. (2018). Hearing tests based on biologically calibrated mobile devices: Comparison with pure-tone audiometry. *JMIR Mhealth Uhealth*, 6(1), e10. doi:10.2196/mhealth.7800
- Mirza, R., Kirchner, D. B., Dobie, R. A., & Crawford, J. (2018). Occupational noise-induced hearing loss. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 60(9), 498-501.
- Mohadisdudis, H. M., & Ali, N. M. (2014). *A study of smartphone usage and barriers among the elderly*. Paper presented at the 2014 3rd International Conference on User Science and Engineering (i-USER).
- Morata, T. C., Sliwinska-Kowalska, M., Johnson, A. C., Starck, J., Pawlas, K., Zamyslowska-Szmytke, E., . . . Prasher, D. (2011). A multicenter study on the audiometric findings of styrene-exposed workers. *Int J Audiol*, 50(10), 652-660. doi:10.3109/14992027.2011.588965
- National Institute for Occupational Safety and Health. (1998). National institute of occupational safety and health. *Criteria for a Recommended Standard: Occupational Noise Exposure, Revised Criteria*.
- National Institute for Occupational Safety and Health. (2018). Reducing noise exposure: Noise controls. Retrieved from <https://www.cdc.gov/niosh/topics/noise/reducenoiseexposure/noisecontrols.html>
- O'dea, S. (2022). *Number of smartphone subscriptions worldwide from 2016 to 2027*. Retrieved from <https://www.statista.com/statistics/330695/number-of-smartphone-users-worldwide>
- Occupational noise exposure: hearing conservation amendment (Final rule), 1910.95 C.F.R. (1983). Occupational Safety and Health Administration. (2018). Preventing hearing loss caused by chemical (ototoxicity) and noise exposure. *Safety and Health Information Bulletin*, 2018-2124.
- Patel, K., Thibodeau, L., McCullough, D., Freeman, E., & Panahi, I. (2021). Development and pilot testing of smartphone-based hearing test application. *Int J Environ Res Public Health*, 18(11). doi:10.3390/ijerph18115529
- Peer, S., & Fagan, J. J. (2015). Hearing loss in the developing world: evaluating the iPhone mobile device as a screening tool. *South African Medical Journal*, 105(1), 35-39.
- Prince, M. M., Stayner, L. T., Smith, R. J., & Gilbert, S. J. (1997). A re-examination of risk

- estimates from the NIOSH Occupational Noise and Hearing Survey (ONHS). *The Journal of the Acoustical society of America*, 101(2), 950-963.
- Sandstrom, J., Swanepoel, D., Laurent, C., Umeffjord, G., & Lundberg, T. (2020). Accuracy and reliability of smartphone self-test audiometry in community clinics in low income settings: A comparative study. *Ann Otol Rhinol Laryngol*, 129(6), 578-584.
doi:10.1177/0003489420902162
- Storey, K. K., Munoz, K., Nelson, L., Larsen, J., & White, K. (2014). Ambient noise impact on accuracy of automated hearing assessment. *Int J Audiol*, 53(10), 730-736.
doi:10.3109/14992027.2014.920110
- Swanepoel de, W., Matthysen, C., Eikelboom, R. H., Clark, J. L., & Hall, J. W., 3rd. (2015). Pure-tone audiometry outside a sound booth using earphone attenuation, integrated noise monitoring, and automation. *Int J Audiol*, 54(11), 777-785.
doi:10.3109/14992027.2015.1072647
- Swanepoel de, W., Olusanya, B. O., & Mars, M. (2010). Hearing health-care delivery in sub-Saharan Africa-a role for tele-audiology. *J Telemed Telecare*, 16(2), 53-56.
doi:10.1258/jtt.2009.009003
- Tanna, R. J., Lin, J. W., & De Jesus, O. (2021). Sensorineural hearing loss. *StatPearls* [Internet].
- Torres-Russotto, D., Landau, W., Harding, G., Bohne, B., Sun, K., & Sinatra, P. (2009). Calibrated finger rub auditory screening test (CALFRASST). *Neurology*, 72(18), 1595-1600.
- Van Tonder, J., Swanepoel, D. W., Mahomed-Asmail, F., Myburgh, H., & Eikelboom, R. H. (2017). Automated smartphone threshold audiometry: validity and time efficiency. *Journal of the American Academy of Audiology*, 28(03), 200-208.
- Vos, T., Flaxman, A. D., Naghavi, M., Lozano, R., Michaud, C., Ezzati, M., . . . Aboyans, V. (2012). 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*, 380(9859), 2163-2196.
- Zhang, A., Zou, T., Guo, D., Wang, Q., Shen, Y., Hu, H., ... & Xiang, M. (2021). The immune system can hear noise. *Frontiers in Immunology*, 11, 619189.
- Ziayi Ghahnavieh, N., Pourabdian, S., & Forouharmajd, F. (2018). Protective earphones and human hearing system response to the received sound frequency signals. *Journal of*

Low Frequency Noise, Vibration and Active Control, 37(4), 1030-1036.



2182539773

BUU iThesis 64920477 thesis / recv: 07062566 13:39:31 / seq: 36

ภาคผนวก



2182539773

BUU iThesis 64920477 thesis / recv: 07062566 13:39:31 / seq: 36

ภาคผนวก ก
แบบสอบถามที่ใช้ในการวิจัย

แบบสอบถามที่ใช้ในงานวิจัย

เรื่อง ประสิทธิภาพของแอปพลิเคชันในสมาร์ตโฟนร่วมกับหูฟังประเภทไร้สาย เพื่อการบ่งชี้ผลการทดสอบสมรรถภาพการได้ยิน: กรณีศึกษาในพนักงานที่มารับบริการในโรงพยาบาลแห่งหนึ่งของจังหวัดชลบุรี

คำชี้แจง

แบบสอบถามนี้เป็นส่วนหนึ่งของการทำวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาโท สาขาวิชา อาชีวอนามัยและความปลอดภัย คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา โดยมีวัตถุประสงค์ที่เพื่อทดสอบสมรรถภาพการได้ยินโดยใช้แอปพลิเคชันในสมาร์ตโฟนร่วมกับหูฟังประเภทไร้สาย และเปรียบเทียบผลการทดสอบสมรรถภาพการได้ยินทางอาชีวอนามัยระหว่างการใช้เครื่อง Audiometer กับการใช้แอปพลิเคชันในสมาร์ตโฟนร่วมกับหูฟังประเภทไร้สายในพนักงานที่มารับบริการทดสอบสมรรถภาพการได้ยินที่โรงพยาบาล คำตอบของท่านมีคุณค่าอย่างยิ่งต่องานวิจัย ผู้วิจัยจะเก็บข้อมูลที่รับจากท่านเป็นความลับ โดยจะนำไปใช้เพื่อสรุปผลการวิจัยในภาพรวมเท่านั้น ข้อมูลที่ตรงกับความเป็นจริงและสมบูรณ์จะช่วยให้การวิจัยดำเนินไปด้วยความถูกต้อง ผู้วิจัยจึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่าน โปรดอ่านและตอบแบบสอบถามอย่างรอบคอบให้ครบทุกข้อ แบบสอบถามทั้งหมดประกอบด้วยข้อคำถามรวมทั้งสิ้น 7 ข้อ

ลงชื่อ.....

(นายสุรพัศ ศิวารุช)

ผู้วิจัย

แบบสอบถามข้อมูลส่วนบุคคล

คำชี้แจง: โปรดอ่านข้อความแต่ละข้อและทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องหน้าข้อความ หรือเติมข้อความในช่องว่างตามความเป็นจริงเกี่ยวกับตัวท่าน

1. เพศ

☐ ชาย

☐ หญิง

2. อายุ.....ปี

3. โรคประจำตัว

☐ 3.1 ไม่มี

☐ 3.2 มี (โปรดระบุ.....)

4. อาชีพ..... ตำแหน่ง.....

5. ระยะเวลาในการพัก.....ชั่วโมง

6. ประวัติต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการได้ยิน (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

☐ 6.1 ไม่มี

☐ 6.2 มี ในกรณีที่มี (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

☐ 6.2.1 มีประวัติการเจ็บป่วยในอดีตรหรือปัจจุบัน (โปรดระบุ.....)

☐ 6.2.2 มีประวัติอุบัติเหตุที่ศีรษะในอดีต (โปรดระบุ.....)

☐ 6.2.3 มีประวัติการใช้ยาในอดีตรหรือปัจจุบัน (โปรดระบุ.....)

☐ 6.2.4 มีประวัติการรับสัมผัสเสียงดังในอดีตหรือปัจจุบัน (โปรดระบุ.....)

☐ 6.2.5 มีประวัติการรับสัมผัสสารตัวทำลายในอดีตรหรือปัจจุบัน

(โปรดระบุ.....)

☐ 6.2.6 มีประวัติอื่น ๆ (โปรดระบุ.....)

7. ท่านสูบบุหรี่หรือไม่

☐ 7.1 ไม่สูบบุหรี่

☐ 7.2 เคยสูบบุหรี่ในอดีต.....มวนต่อวัน สูบมานาน.....ปี แต่ปัจจุบันเลิกแล้ว

☐ 7.3 ปัจจุบันสูบบุหรี่.....มวนต่อวัน สูบมานาน.....ปี

ภาคผนวก ข

แบบบันทึกผลการทดสอบสมรรถภาพการไต่ขึ้น

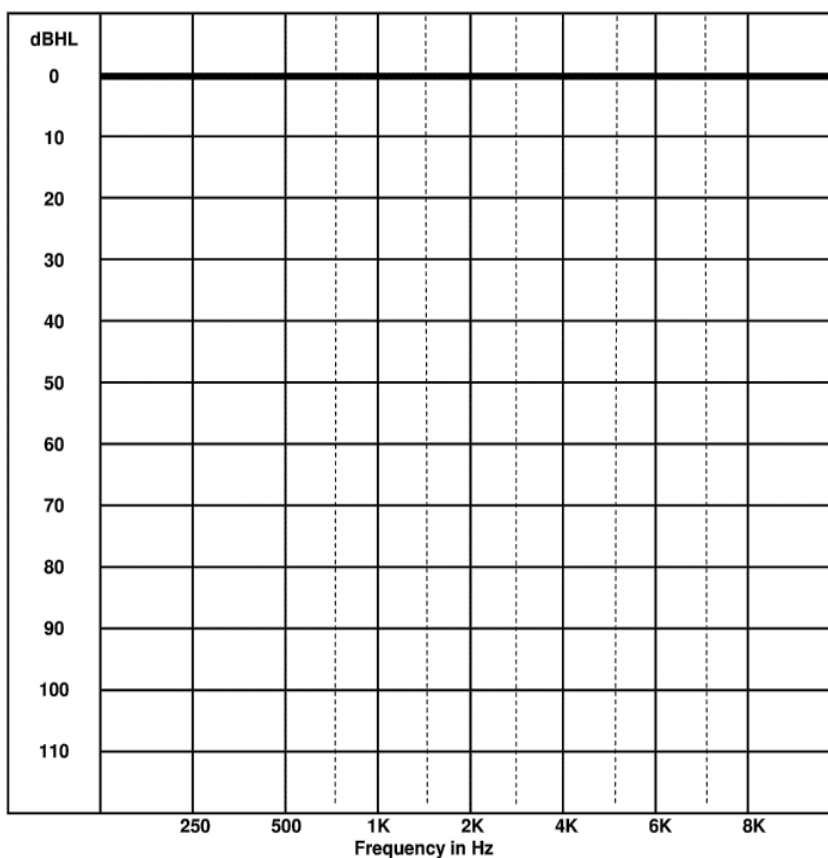
แบบบันทึกผลการทดสอบสมรรถภาพการได้ยิน

เครื่องมือที่ใช้ทดสอบสมรรถภาพการได้ยิน

- ☐ เครื่อง Audiometer รุ่น Madsen Xeta
- ☐ แอปพลิเคชัน Hearing Test ร่วมกับหูฟังประเภทไร้สาย FIIL CC Pro

ผลการทดสอบ									ค่าเฉลี่ยการได้ยิน	
ความถี่	500	1,000	2,000	3,000	4,000	6,000	8,000	Hz	การสนทนา (dB) (500-2,000 Hz)	
หูขวา								dB	หูขวา	
หูซ้าย								dB	หูซ้าย	

Air conduction	
O (สีแดง) = หูขวา	X (สีน้ำเงิน) = หูซ้าย



ผลการตรวจหูชั้นนอก	
หูขวา	
หูซ้าย	

Rinne's test
Weber's test

ลงชื่อผู้ตรวจ

ภาคผนวก ค

รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือ



2182539773

BUU iThesis 64920477 thesis / recv: 07062566 13:39:31 / seq: 36

รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือ

- | | |
|---|---|
| 1. ชื่อ-สกุล
ตำแหน่งทางวิชาการ
สถานที่ทำงาน | ดร.ศักดิ์สิทธิ์ กุลวงษ์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์
สาขาวิชาสุขศาสตร์อุตสาหกรรมและความปลอดภัย
คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา |
| 2. ชื่อ-สกุล
ตำแหน่งทางวิชาการ
สถานที่ทำงาน | ดร.กมลวรรณ พรหมเทศ
อาจารย์ประจำ
สาขาวิชาสุขศาสตร์อุตสาหกรรมและความปลอดภัย
คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา |
| 3. ชื่อ-สกุล
ตำแหน่งทางวิชาการ
สถานที่ทำงาน | ดร.ธีรนนท์ นาคใหญ่
อาจารย์ประจำ
สาขาวิชาสุขศาสตร์อุตสาหกรรมและความปลอดภัย
คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา |