บทที่ 1

บทนำ

บทนำต้นเรื่อง

จากการพัฒนาด้านเศรษฐกิจของประเทศไทยที่ผ่านมาได้มุ่งเน้นการพัฒนาด้านอุตสาหกรรมการผลิตเพื่อส่งออก ซึ่งพบว่ามีอัตราการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ส่งผลให้ประเทศไทยต้องปรับเปลี่ยนกระบวนการผลิตแบบเดิมที่อาศัยความได้เปรียบทางทรัพยากรธรรมชาติและทรัพยากรมนุษย์มาสู่กระบวนการผลิตที่ใช้ทุนและวิทยาการชั้นสูง มีการนำเครื่องมือ เครื่องจักร สารเคมี เทคโนโลยีสมัยใหม่ มาใช้อย่างมากมาย จากผลของการกระทำดังกล่าวทำให้ผู้ปฏิบัติงานจะต้องสัมผัสกับสิ่งคุกคามสุขภาพหลาย ๆ ด้าน ได้แก่ เสียง ความร้อน แสงสว่าง ความไม่ปลอดภัยจากการใช้เครื่องมือ เครื่องจักร สารเคมี อุบัติเหตุและการบาดเจ็บจากการทำงาน เป็นต้น ซึ่งล้วนแต่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดโรคจากการประกอบอาชีพได้ทั้งสิ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งผู้ปฏิบัติงานที่ต้องใช้เครื่องมือ เครื่องจักรที่มีเสียงดังเข้ามาช่วยในการทำงาน หรืออยู่ในสิ่งแวดล้อมการทำงานที่มีเสียงดังเป็นประจำ อาจทำให้เกิดผลกระทบต่อสมรรถภาพการได้ยินของผู้ปฏิบัติงานจนถึงขั้นประสาทหูเสื่อมหรือพิการ (noise induced hearing loss) ตามมาได้

โรคประสาทหูเสื่อมเนื่องจากเสียงดังหรือโรคประสาทหูเสื่อมจากการประกอบอาชีพ (noise induced hearing loss or occupational hearing loss) เป็นภาวะการเสื่อมของประสาทหูเนื่องจากการสัมผัสกับเสียงดังที่เกิดจากการประกอบอาชีพ ซึ่งอาจเป็นข้างเดียวหรือสองข้างและเป็นโรคที่ค่อย ๆ เกิดขึ้นโดยใช้เวลาเป็นปีหรือหลายปี กว่าผู้ป่วยจะรู้สึกว่าตนเองมีความผิดปกติของการ ได้ยิน (สุนันทา พลปัถพี, 2538 : 33)

ปัจจุบันอุบัติการณ์การเกิดโรคประสาทหูเสื่อมจากการประกอบอาชีพยังคงเพิ่มสูงขึ้นโดยจัดเป็น 1 ใน 10 อันดับแรกของโรคจากการประกอบอาชีพที่พบมากที่สุด (Lusk, 1997 : 397 cited by NIOSH, 1986) และเป็นโรคจากการประกอบอาชีพที่พบมากที่สุดในประเทศสหรัฐอเมริกา (Hong & Chen, 1998 : 67 cited by NIOSH, 1996) สำหรับประเทศไทย จากรายงานสถานการณ์และแนวโน้มปัญหาอาชีวอนามัยของกองชีวอนามัย กระทรวงสาธารณสุข เมื่อ พ.ศ. 2538 พบว่าในแต่ละปีจะมีผู้ปฏิบัติงานประมาณ 2.32 ใน 1,000 คน จากแผนกผลิต ป่วยเป็นโรคประสาทหูเสื่อมจากการประกอบอาชีพ (ยุวดี ยิ่งยงค์, ศักดิ์ดา ศิริกุลพิทักษ์ และดวงสมร

ชาติสุวรรณ, 2542 : 1, อ้างตามกองอาชีวอนามัย, 2538) และรายงานสถิติการเจ็บป่วยของสำนักงานประกันสังคม กระทรวงแรงงานและสวัสดิการสังคม เมื่อ พ.ศ.2540 พบว่ามีจำนวนลูกจ้างที่เจ็บป่วยด้วยอาการ ปวดหู หูอื้อ ประสาทหูเสื่อมเนื่องจากเสียงดัง จำนวนถึง 22 ราย และใน 22 รายนี้ มี 1 รายที่มีการสูญเสียอวัยวะบางส่วน 3 ราย หยุดทำงานเกิน 3 วัน อีก 18 ราย หยุดทำงานไม่เกิน 3 วัน (พรรณศิริ กุลปวโรภาส , 2543 : 1-2) ดังนั้น หากไม่ได้มีการสอดส่อง ดูแลสุขภาพของผู้ปฏิบัติงานและรีบแก้ไขปัญหาที่จะทำให้เกิดโรคได้ทันท่วงที ย่อมก่อให้เกิดความสูญเสียต่อสุขภาพร่างกายของผู้ปฏิบัติงาน ทำให้เกิดความไม่สุขสบาย อวัยวะบางส่วนเกิดความพิการไม่สามารถทำงานได้ตามปกติ ต้องขาดงานทำให้ขาดรายได้ ส่งผลกระทบต่อนายจ้างต้องจ่ายค่ารักษาพยาบาล ค่าทดแทน ต้องจ้างคนงานใหม่มาแทนผู้ที่เจ็บป่วย นอกจากนี้รัฐบาลยังต้องรับภาระในการจ่ายค่ารักษาพยาบาล เลี้ยงดูผู้ปฏิบัติงานที่ไม่สามารถดูแลตนเอง หรือพิการ ปัญหาเหล่านี้ก่อให้เกิดความสูญเสียต่อภาวะเศรษฐกิจและสังคมของประเทศเป็นอย่างมาก

โรคประสาทหูเสื่อมจากการประกอบอาชีพ แม้จะไม่สามารถทำการรักษาให้การได้ยินกลับคืนสภาพเดิมได้ เมื่อมีการสูญเสียการได้ยินแบบถาวรแล้ว (พรรณศิริ กุลปวโรภาส, 2543 : 2) แต่เป็นโรคที่สามารถวินิจฉัยได้ตั้งแต่ระยะเริ่มแรกที่ผู้ปฏิบัติงานสูญเสียสมรรถภาพการได้ยินไม่มากนักและยังไม่มีผลต่อชีวิตประจำวัน รวมทั้งสามารถป้องกันได้ด้วยวิธีที่ไม่สิ้นเปลืองมากโดยการให้ผู้ปฏิบัติงานใส่เครื่องป้องกันเสียงและคอยรับการตรวจเฝ้าระวังการได้ยิน ด้วยเหตุผลดังกล่าวจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งในการป้องกัน เฝ้าระวังและค้นหาโรคในระยะเริ่มแรก (สุนันทา พลปัถพี, 2542 : 436)

โรคประสาทหูเสื่อมจากการประกอบอาชีพ พบได้บ่อยในผู้ปฏิบัติงานที่ต้องทำงานอยู่กับเสียงดัง ได้แก่ ผู้ทำงานในโรงงานทอผ้า โรงงานเฟอร์นิเจอร์ โรงเลื่อย โรงงานถลุงเหล็ก ตลอดจนผู้ที่ประกอบอาชีพขับรถสามล้อเครื่อง ตำรวจจราจร นักจัดรายการดนตรี เป็นต้น (สมชัย บวรกิตติ และสนธยา พรึงลำภู, 2540 : 1217-1218)

กลุ่มเสี่ยงของผู้ปฏิบัติงานในโรงพยาบาลขนาดใหญ่ที่อาจเกิดโรคประสาทหูเสื่อมจากการประกอบอาชีพ ได้แก่ การทำงานที่สัมผัสกับเครื่องมือ เครื่องจักร เครื่องยนต์ที่มีเสียงดังในแผนกต่าง ๆ เช่น จ่ายผ้ากลาง โภชนาการ วิศวกรรมซ่อมบำรุง จากรายงานการศึกษาการตรวจวัดสมรรถภาพการได้ยินของผู้ปฏิบัติงานในแผนกจ่ายผ้ากลาง โภชนาการและวิศวกรรมซ่อมบำรุงโรงพยาบาลสงขลานครินทร์ เมื่อ พ.ศ.2541 พบว่าแผนกที่มีระดับความดังเสียงสูงสุดคือแผนกโภชนาการ บริเวณห้องล้างจาน ขณะเทภาชนะลงอ่างล้างจาน วัดระดับความดังเสียงได้ 85 – 95

dB(A)และมีความชุกของการเกิดโรคประสาทหูเสื่อมจากการประกอบอาชีพในผู้ปฏิบัติงานทั้งหมดสูงถึงร้อยละ 28.1 จำแนกตามแผนกคือ จ่ายผ้ากลาง โภชนาการ วิศวกรรมซ่อมบำรุง คิดเป็นร้อยละ 6.8 ,21.7 และ 41.7 ตามลำดับ ดังนั้น การศึกษาวิจัยเรื่องการติดตามสมรรถภาพการได้ยินและสภาพเสียงดังจากการทำงานในคนงานแผนกจ่ายผ้ากลาง โภชนาการและวิศวกรรมซ่อมบำรุง ณ โรงพยาบาล สงขลานครินทร์ เปรียบเทียบย้อนหลัง 3 ปี โดยทำการวัดระดับความดังเสียงในสิ่งแวดล้อมการทำงาน ระดับความดังเสียงเฉลี่ยที่ผู้ปฏิบัติงานสัมผัสตลอดระยะเวลาทำงาน 8 ชั่วโมง การใช้แบบสัมภาษณ์เพื่อค้นหาความผิดปกติของการได้ยิน การทดสอบสมรรถภาพการได้ยิน สามารถใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุง และ/หรือหามาตรการเฝ้าระวัง ควบคุม ป้องกัน การเกิดประสาทหูเสื่อมในผู้ปฏิบัติงานที่สัมผัสเสียงดัง ตลอดจนเป็นแนวทางในการปรับปรุงสิ่งแวดล้อมการทำงาน ในแผนกจ่ายผ้ากลาง โภชนาการและวิศวกรรมซ่อมบำรุง โรงพยาบาลสงขลานครินทร์ หากพบว่าระดับความดังเสียงที่วัดได้มีค่าเกินเกณฑ์มาตรฐาน

การตรวจเอกสาร

1. ธรรมชาติของเสียง

1.1 ความหมายที่เกี่ยวกับเสียง

เสียง คือ พลังงานที่เกิดจากการสั่นสะเทือนของโมเลกุลของตัวกลางที่เสียงเคลื่อนที่ผ่าน (ตัวกลางนี้อาจเป็นอากาศ ของแข็ง ของเหลว หรือก๊าซก็ได้) เป็นเหตุให้เกิดการอัดและขยายตัวของอากาศสลับกันไป ซึ่งมีผลทำให้ความดันบรรยากาศเปลี่ยนแปลงสูงต่ำสลับกันเป็นคลื่น เช่นเดียวกับการอัดขยายของอากาศ คลื่นที่เกิดขึ้นนี้เรียกว่า คลื่นเสียง (กองอาชีวอนามัย, 2540 : 40, Davis & Hamernik, 1995 : 323) เสียงที่มนุษย์ได้ยินเป็นผลจากการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วของความดันอากาศจากการสั่นสะเทือนของวัตถุเป็นคลื่นในอากาศมากระทบหู ระบบประสาทหูและสมอง มนุษย์สามารถรับฟังคลื่นเสียงที่มีความถี่ตั้งแต่ 20 – 20,000 รอบ/วินาที ช่วงความถี่ของคลื่นเสียงที่มนุษย์ได้ยินนี้ เรียกว่า “คลื่นออดิเบิล” (audible waves) คลื่นความถี่ต่ำกว่า audible waves เรียกว่า infrasonic waves และคลื่นความถี่สูงกว่า audible waves เรียกว่า ultra sonic waves (สาธิต ชยาภัม, 2528 : 13)

1.2 องค์ประกอบของคลื่นเสียง

คลื่นเสียงประกอบด้วยองค์ประกอบ 3 อย่าง (สาธิต ชยาภัม, 2528 : 16)

1.2.1 **ความถี่ (frequency)** คือ อัตราการเคลื่อนไหวของคลื่นที่นับเป็นรอบ/วินาที หรือมีหน่วยเป็นเฮิรตซ์ (Hertz) นิยมใช้ตัวย่อ Hz

1.2.2 **อัมปลิจูด (amplitude)** คือ ปริมาณความแรงของคลื่นที่อัดอากาศจากศูนย์กลางการสั่นของวัตถุต่อเนื่องกันไป หน่วยเป็น Pascal นิยมใช้ตัวย่อ Pa

1.2.3 **เฟส (phase)** คือ ส่วนของคลื่นในพิกัดของเวลาต่าง ๆ สำหรับคลื่นเสียงส่วนของคลื่นครบรอบ คือ 360 องศา

1.3 การวัดความแรงของเสียง (กองอาชีวอนามัย, 2540 : 41-42) ปริมาณที่ใช้แสดงความแรงของคลื่นเสียงในอากาศ คือ อัมปลิจูด ซึ่งสามารถวัดได้ ดังนี้

1.3.1 **ความดันเสียงและระดับความดันเสียง (sound pressure and sound pressure level)** คือ ค่าความดันของคลื่นเสียงที่เปลี่ยนไปจากความดันบรรยากาศปกติ หน่วยที่ใช้อาจเป็น นิวตัน/ตารางเมตร (N/m^2) หรือ Pascal (Pa) ความดันเสียงต่ำสุดที่หูคนหนุ่มสาวปกติสามารถได้ยินที่ความถี่ 1,000 เฮิรตซ์ คือ 2×10^{-5} N/m^2 ค่าความดันอ้างอิงในการตรวจวัดระดับความดันเสียงซึ่งมีหน่วยในการวัดเสียงเป็นเดซิเบล ความดันเสียง 2×10^{-5} N/m^2 = 0 เดซิเบล

1.3.2 **ความเข้มเสียง** (sound intensity) คือ พลังงานเสียงเฉลี่ยต่อหนึ่งหน่วยเวลาที่ผ่านพื้นที่หนึ่งหน่วยตามทิศทางการกระจายตัวของเสียงมีหน่วยเป็นวัตต์/ตารางเมตร (W/m^2) ระดับความเข้มของเสียง (sound intensity level) เป็นค่าความเข้มของเสียงที่วัดได้เปรียบเทียบกับความเข้มของเสียงอ้างอิง ซึ่งมีค่า 10^{-12} W/ m^2 ซึ่งเป็นความเข้มเสียงต่ำสุดที่หูคนหนุ่มสาวปกติสามารถได้ยิน เมื่อต้องการวัดความเข้มของเสียงในรูประดับความเข้มของเสียงมีหน่วยเป็นเดซิเบล ใช้ระดับความเข้มอ้างอิง จะได้ว่าความเข้มเสียง 10^{-12} W/m^2 = ระดับความเข้มของเสียง 0 เดซิเบล

1.3.3 **สื่อและความเร็วเสียง** (the medium and the speed of sound) โดยทั่วไปเสียงทุกความถี่จะเคลื่อนที่ไปด้วยความเร็วที่เท่ากันเสมอ ในสื่อชนิดหนึ่งๆ ความเร็วของเสียงจะแปรตามความอัด (compressibility) ความหนาแน่นของสื่อจะมีค่าคงที่ในอุณหภูมิที่กำหนดให้

1.3.4 **มาตราเดซิเบล** (Decibel, dB) เป็นหน่วยของระดับความดันและระดับความเข้มของเสียง ซึ่งถูกคิดค้นมาเพื่อความสะดวกในการวัดความดันและความเข้มของเสียง และเนื่องจากการตอบสนองของหูต่อความดันเสียงมีลักษณะเป็นล็อกกาลิทึม ทำให้ได้สูตรในการคำนวณระดับความดันและระดับความเข้มของเสียง ดังนี้

ระดับความดัน (เดซิเบล) = $\log (P/P_{xf})^2$

เมื่อ P = ความดันเสียง (N/m^2)

P_{xf} = ความดันเสียงอ้างอิง (2×10^{-5} N/m^2)

ระดับความเข้ม (เดซิเบล) = $10 \log (I/I_{xf})$

เมื่อ I = ความดันเสียง (W/M^2)

I_{xf} = ความดันเสียงอ้างอิง (10^{12} W/m^2)

1.4 **มาตรฐานอ้างอิงกับการวัดเสียง** มีดังนี้ (สาธิต ชยาภัม, 2528 : 30-31)

1.4.1 dB SPL หมายถึง ระดับความดันเสียง ที่เปรียบเทียบกับความดันอ้างอิง 0.00002 Pa หรือ 2×10^{-5} N/m^2

1.4.2 dB IL หมายถึง ระดับความเข้มเสียง ที่เปรียบเทียบกับความเข้มอ้างอิง 10^{-12} W/m^2

1.4.3 dB (A) หมายถึง ระดับความดันเสียงที่เป็นอัตราส่วนเปรียบเทียบกับค่าความดันทุกความถี่ที่วัดได้จากมาตรวัดระดับเสียง (sound Level meter) ซึ่งใช้วงจรถ่วงน้ำหนัก A (A-weighting network) ประกอบเข้าในเครื่อง วงจรนี้สามารถตอบสนองและชดเชยความถี่ต่ำ

และความถี่สูงได้ดีเป็นพิเศษและเป็นที่นิยมใช้วัดระดับเสียงรบกวนและงานวิจัยด้านมลพิษของเสียง (noise pollution) เนื่องจากมีลักษณะการตอบสนองต่อเสียงใกล้เคียงกับหูมนุษย์มากที่สุด

1.4.4 dB SL หมายถึงระดับความดันเสียงที่เปรียบเทียบกับความดันเฉพาะความถี่ของเครื่องตรวจการได้ยิน (audiometer) ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยของขีดเริ่มการได้ยินของผู้รับฟังนั้น

1.4.5 dB HL หมายถึงระดับความดันเสียงที่เปรียบเทียบกับความดันเฉพาะความถี่ของเครื่องตรวจการได้ยิน (audiometer) ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยของขีดเริ่มของการได้ยินของคนปกติ (absolute threshold) ที่ความถี่ต่าง ๆ

1.5 **ประเภทของเสียง** แบ่งได้เป็น 3 ชนิด ดังนี้ (พูนพิศ อมาตยกุล, 2522 : 7)

1.5.1 **เสียงบริสุทธิ** (pure tone) คือ เสียงที่มีความถี่คงที่เพียงความถี่เดียว เช่น เสียงจากส้อมเสียง เป็นต้น

1.5.2 **เสียงผสม** (complex tone) คือ กลุ่มเสียงที่เกิดจากเสียงบริสุทธิหลาย ๆ ความถี่รวมกัน เช่น เสียงดนตรี เสียงพูด เสียงร้องเพลง เป็นต้น

1.5.3 **เสียงรบกวน** (noise) คือ เสียงที่ไม่พึงประสงค์ของผู้ฟัง อาจเป็นเสียงบริสุทธิ์หรือเสียงผสม เช่น เสียงเครื่องจักร เสียงจากการจราจร เป็นต้น เสียงรบกวนเหล่านี้ หากรับฟังติดต่อกันนาน ๆ ทำให้ประสาทหูเสื่อมได้ เสียงรบกวนสามารถแบ่งได้เป็น 2 ชนิด คือ (สุนันทา พลปัถพี, 2538 : 33-34)

1.5.3.1 Continuos noise คือ เสียงที่มีความดังติดต่อกันไป อาจมีการเปลี่ยนแปลงความดังบ้าง เช่น

- steady – state noise เป็นเสียงที่มีความดังสม่ำเสมอคงที่ เช่น เสียงเครื่องปรับอากาศ เสียงเครื่องจักร เครื่องทอผ้า เป็นต้น

- fluctuating noise เป็นเสียงที่มีการเปลี่ยนแปลงสูง ๆ ต่ำ ๆ อยู่ในระดับคงที่ เช่น เสียงไซเรน เสียงเลื่อยไฟฟ้า เป็นต้น

- intermittent noise เป็นเสียงที่ดังเป็นระยะ ไม่ต่อเนื่อง เช่น เสียงจากการจราจร เสียงจากเครื่องบินที่บินผ่าน เป็นต้น

1.5.3.2 Transient noise คือเสียงที่ขาดเป็นช่วง หรือเสียงกระแทก ได้แก่

- impulse noise เป็นเสียงที่เกิดในที่ที่ไม่มีเสียงสะท้อน เช่น เสียงยิงปืนในที่โล่ง

- impact noise เป็นเสียงที่เกิดในที่ที่มีเสียงสะท้อน เช่น เสียงโลหะกระแทกกัน เสียงยิงปืนในห้อง เป็นต้น

2. **การตรวจวัดทางสิ่งแวดล้อม** (environmental monitoring)

การตรวจวัดทางสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยครั้งนี้ได้แก่การวัดระดับเสียงในสภาพแวดล้อมการทำงาน ซึ่งต้องอาศัยความรู้ด้านสุขศาสตร์อุตสาหกรรม ผู้วิจัยได้ทบทวนเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการตรวจวัดทางสิ่งแวดล้อมดังต่อไปนี้

2.1 วิธีวัดเสียงในสภาพแวดล้อมการทำงาน

2.2 หลักการและเครื่องมือวัดระดับเสียง

2.3 หลักการและเครื่องมือวัดปริมาณเสียงสะสม

2.4 การวัดระดับเสียงบริเวณจุดปฏิบัติงาน

2.5 การวัดปริมาณเสียงสะสมที่ผู้ปฏิบัติงานสัมผัสตลอดระยะเวลาการทำงาน

รายละเอียดของการตรวจวัดทางสิ่งแวดล้อมมีดังต่อไปนี้

2.1 วิธีการวัดเสียงในสภาพแวดล้อมการทำงาน

การวัดเสียงในสภาพแวดล้อมการทำงานต้องทราบถึงหลักและวิธีการตรวจวัดเสียงซึ่งอาศัยการประเมินทางสุขศาสตร์อุตสาหกรรม สามารถแบ่งขั้นตอนการดำเนินงานออกเป็น 3 ขั้นตอนดังนี้ (วันทนี พันธุ์ประสิทธิ์ , 2536 : 126 – 139)

2.1.1 การเตรียมการเพื่อตรวจวัดเสียง

2.1.2 การตรวจวัดเสียง

2.1.3 การวิเคราะห์และแปลผล

โดยแต่ละขั้นตอนมีรายละเอียดดังนี้

2.1.1 การเตรียมการเพื่อตรวจวัดเสียง ประกอบด้วย การสำรวจขั้นต้นและการเตรียมเครื่องมือที่เหมาะสมในการตรวจวัดเสียงดังนี้

2.1.1.1 การสำรวจขั้นต้น มีวัตถุประสงค์เพื่อค้นหาอันตรายในสภาพแวดล้อมการทำงาน ตลอดจนสามารถเลือกบริเวณที่จะทำการตรวจวัดเสียงได้อย่างเหมาะสม โดยผู้ตรวจวัดต้องศึกษาถึงแผนผังโรงงานหรือสถานที่ทำงาน แผนผังกระบวนการผลิต จำนวนและชนิดของเครื่องจักร จำนวนผู้ปฏิบัติงานในแต่ละแผนก รวมถึงวิธีการควบคุมมลพิษที่ใช้อยู่ในสถานประกอบการ

2.1.1.2 การเตรียมเครื่องมือที่เหมาะสมในการตรวจวัดเสียง ผู้ตรวจวัดจะต้องทราบถึงวัตถุประสงค์ของการตรวจวัดเสียง เพื่อที่จะสามารถเลือกใช้เครื่องมือได้อย่าง เหมาะสม รวมทั้งเตรียมความพร้อมของเครื่องมือให้อยู่ในสภาพที่ดีพร้อมใช้งาน นอกจากนี้แล้วต้องมีการทบทวนวิธีมาตรฐานในการเก็บตัวอย่าง และเตรียมแบบฟอร์มรายงานการเก็บตัวอย่างให้พร้อม ดังนั้นเพื่อให้การเลือกใช้เครื่องมือเป็นไปอย่างเหมาะสม ผู้ตรวจวัดจึงจำเป็นต้องทราบถึงชนิดของเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดเสียง ซึ่งสามารถแบ่งได้เป็น 4 ชนิด ดังนี้คือ (กองอาชีวอนามัย , 2540 : 43 – 44)

ก. เครื่องวัดระดับเสียง (sound level meter) เป็นเครื่องมือพื้นฐานที่สำคัญที่ใช้ในการวัดระดับเสียง สามารถวัดระดับเสียงได้ตั้งแต่ 40 –140 เดซิเบล โดยทั่วไปจะวัดระดับเสียงได้ 3 ข่าย คือ A B และ C แต่ที่ใช้กันกว้างขวาง คือ ข่ายA เพราะมีลักษณะการตอบสนองต่อเสียงที่คล้ายคลึงกับหูมนุษย์มากที่สุด จึงถูกกำหนดให้เป็นสเกลที่ใช้ตรวจวัดเสียงเพื่อประเมินอันตรายจากเสียงตามกฎหมายหรือตามมาตรฐานเสียง

ข. เครื่องวิเคราะห์ความถี่เสียง (sound frequency analysis) เป็นเครื่องมือที่ใช้วิเคราะห์การกระจายพลังงานเสียงความถี่ต่างๆ ในกรณีที่ต้องการทราบ ความดังของเสียงในแต่ละความถี่ ซึ่งเป็นประโยชน์ในการหาแหล่งกำเนิดเสียงและควบคุมระดับความดังของเสียง สำหรับเครื่องวิเคราะห์ความถี่ เสียงที่นิยมใช้กันอย่างกว้างขวางคือ octave band analyzer ซึ่งจะวัดระดับเสียงในช่วงความถี่ที่คนได้ยิน

ค. เครื่องวัดเสียงกระแทก (impact or impulse noise meter) เป็นเครื่องมือชนิดที่ออกแบบมาเพื่อให้สามารถอ่านค่าระดับความดังสูงสุดของเสียงได้ในระยะเวลาสั้นๆ เนื่องจากลักษณะของเสียงกระแทก เช่น เสียงตอกเสาเข็ม ตอกตะปู จะดังเพียงระยะเวลาสั้นๆไม่กี่วินาที จึงต้องใช้เครื่องมือที่สามารถอ่านค่าสูงสุดในระยะเวลาสั้นได้ เรียกเครื่องมือชนิดนี้ว่าเครื่องวัดเสียงกระแทก โดยวิธีการวัดจะต้องนำเครื่องวัดเสียงกระแทกต่อเข้ากับเครื่องวัดระดับเสียง (sound level meter) แล้วจึงนำไปทำการวัด แต่ในปัจจุบันได้มีการพัฒนารูปแบบของเครื่องวัดระดับเสียง (sound level meter) ให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นและมีความสะดวกต่อการใช้งาน โดยสามารถทำการวัดเสียงกระแทกได้ด้วย

ง. เครื่องวัดปริมาณเสียงสะสม (noise dosimeter) เป็นเครื่องมือที่ถูกพัฒนามาใช้ในการประเมินการสัมผัสเสียงที่ผู้ปฏิบัติงานต้องสัมผัสกับความดังที่เปลี่ยนแปลงไม่คงที่ตลอดระยะเวลาการทำงาน หรือต้องเดินไปยังจุดต่างๆที่ระดับเสียงแตกต่าง

กัน โดยเครื่องจะทำการคำนวณค่าเฉลี่ยของระดับเสียงตลอดเวลาที่เครื่องวัดปริมาณเสียงสะสมทำงาน เครื่องดังกล่าวนี้มีขนาดเล็ก สามารถติดที่ตัวผู้ปฏิบัติงานได้สะดวกตลอดเวลาทำงาน

นอกจากนี้ยังมีอุปกรณ์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องในการวัดเสียงดังนี้ (สุภาภรณ์ หลักรอด, 2541 : 24)

ก. อุปกรณ์ปรับความถูกต้อง (calibrator) ใช้ในการปรับความถูกต้อง อาจจะใช้ piston-phone หรือ oscillator-type ก็ได้ ซึ่งจะให้เสียง pure tone ที่มีความเข้มเสียงคงที่ตามที่กำหนดมา ในความถี่ที่กำหนดเพื่อใช้ปรับเทียบให้ความคลาดเคลื่อนของเครื่องวัดระดับเสียงลดลง

ข. ฟองน้ำกันลม (wind screen) การวัดเสียงในที่ที่มีลมแรงจะมีผลทำให้ค่าที่อ่านจากเครื่องวัดเสียงผิดพลาดไปจากความจริงได้ จึงจำเป็นจะต้องใช้ฟองน้ำกันแรงลมปิดครอบที่ไมโครโฟน รูปร่างของฟองน้ำที่นิยมใช้มากที่สุดจะเป็นทรงกลม เส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 2.5-4 นิ้ว

ค. ขาตั้ง (tripod) เป็นอุปกรณ์ที่จำเป็นต้องใช้เมื่อต้องวัดเสียงหลายจุดและเครื่องวัดเสียงมีน้ำหนักมาก นอกจากนี้ยังช่วยลดปัญหาร่างกายของผู้วัดบังเสียงหรือสะท้อนเสียงจากร่างกายของผู้วัดเข้าสู่ไมโครโฟนด้วย

2.1.2 การตรวจวัดเสียง

ในการตรวจวัดเสียงจะต้องทราบ ประเภทของการวัดเสียง วิธีการวัดเสียง มาตรฐานของเสียงในสถานประกอบการและปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการทำงานของเครื่องวัดเสียง ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้คือ

2.1.2.1 ประเภทของการวัดเสียง จากมาตรฐานของ International Organization for Standardization (ISO 2204) สามารถจำแนก ประเภทของการวัดเสียงออกได้เป็น 3 ชนิดดังนี้ (Denisov and Suvorov, 1998 : 47.6-47.7)

ก. วิธีการสำรวจ (the survey method) เป็นวิธีที่ใช้ในการประเมินระดับความดังเสียงที่ผู้ปฏิบัติงานสัมผัสในบริเวณ/จุด ที่ผู้ปฏิบัติงานทำงาน เครื่องมือที่ใช้คือ เครื่องมือวัดระดับความดังของเสียง (sound level meter)

ข. วิธีการทางวิศวกรรม (the engineering method) เป็นวิธีที่ใช้ประโยชน์สำหรับการประเมินวิธีการควบคุมเสียงจากแหล่งกำเนิด เครื่องมือที่ใช้ อาจเป็นเครื่องมือวัดระดับความดังเสียง (sound level meter) หรือเครื่องวิเคราะห์ความถี่เสียง (octave band analyzer)

ค. วิธีการวัดเสียงอย่างละเอียด (the precision method) เป็นวิธีที่ใช้สำหรับการตรวจวัดเสียงที่ต้องการความละเอียดมากขึ้น เช่น การวัดปริมาณเสียงสะสมที่ผู้ปฏิบัติงานได้รับตลอดระยะเวลาการทำงาน การวัดเสียงกระแทก เป็นต้น สำหรับเครื่องมือที่ใช้อาจเป็นเครื่องวัดเสียงแบบวิเคราะห์ความถี่ (sound level-octave band analyzer) เครื่องวัดปริมาณเสียงสะสม (noise dosimeter) เครื่องวัดเสียงกระแทก ซึ่งการเลือกใช้เครื่องมือชนิดใดนั้นย่อมขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ในการตรวจวัดเสียง

2.1.2.2 **วิธีการวัดเสียง** ในขั้นตอนของวิธีการวัดเสียง สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ลักษณะ ดังนี้คือ (สุภาภรณ์ หลักรอด, 2541 : 34-35)

ก. การตรวจวัดระดับเสียงขั้นต้น (preliminary noise survey) ทำการสำรวจโดย walk-through survey เพื่อประเมินว่าในบริเวณพื้นที่ทำงานนั้นมีปัญหาเสียงดังหรือไม่เท่านั้น แต่ไม่ใช้เป็นเกณฑ์ตัดสินระดับการสัมผัสเสียงของผู้ปฏิบัติงาน สำหรับสถานที่ในการตรวจวัดระดับเสียงขั้นต้น เป็นบริเวณที่

- ผู้ปฏิบัติงานไม่สามารถสนทนาสื่อความเข้าใจกันได้ด้วยเสียงปกติ
- ผู้ปฏิบัติงานหูอื้อเป็นเวลาหลายชั่วโมงหลังปฏิบัติงาน
- สงสัยว่าระดับเสียงอาจดังเกินค่ามาตรฐาน

สำหรับเครื่องมือที่ใช้จะเป็นเครื่องวัดเสียงชนิดใดก็ได้ ทำการตรวจวัดโดย

- ตั้งเครื่องที่ A-weight net work และอ่านแบบช้า (slow)
- วัดในพื้นที่ที่มีขนาดไม่ใหญ่กว่า 1,000 ตารางฟุต (หรือ93 ตารางเมตร) ตำแหน่งที่วัดคือจุดกึ่งกลางของพื้นที่ทำงาน
- บันทึกค่าระดับเสียงสูงสุดและต่ำสุด ถ้าค่าระดับเสียงสูงสุดไม่เกิน 84 dB(A) ถือว่าบริเวณนั้นไม่เป็นอันตรายต่อการได้ยิน แต่ถ้าระดับเสียงสูงสุดอยู่ในช่วง 84-92dB(A) จะต้องทำการตรวจวัดระดับเสียงอย่างละเอียด

ข. การตรวจวัดระดับเสียงอย่างละเอียด (detailed noise survey) สามารถทำได้ 2 วิธี คือ (Bisei and Kohn, 1995 : 16-1 - 17-3 ; Denisov and Suvorov, 1998 : 47.6-47.7)

- การวัดระดับเสียงบริเวณจุดปฏิบัติงาน (area monitoring) มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินระดับความดังเสียงในสิ่งแวดล้อมซึ่งผู้ปฏิบัติงานสัมผัสในช่วงเวลาการทำงาน

- การวัดระดับเสียงสะสมที่ผู้ปฏิบัติงานสัมผัสตลอดระยะเวลาการทำงาน (personal monitoring) มีวัตถุประสงค์เพื่อ ประเมินระดับความดังเสียงที่ผู้ปฏิบัติงานแต่ละคนสัมผัสตลอดระยะเวลาการทำงานในแต่ละวัน ซึ่งจะตรวจวัดในกรณีที่การวัดระดับเสียงบริเวณจุดปฏิบัติงาน (area monitoring) มีค่าเกินมาตรฐานที่กำหนดคือ 90 dB(A) หรือกรณีที่ผู้ปฏิบัติงานต้องทำงานเคลื่อนที่ไปหลาย ๆ จุด โดยที่แต่ละจุดมีระดับความดังเสียงแตกต่างกัน

2.1.2.3 **มาตรฐานของเสียงในสถานประกอบการ** ดังได้กล่าวข้างต้นแล้วว่าการทำงานในสภาพแวดล้อมที่มีเสียงดัง ย่อมส่งผลให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพอนามัยของผู้ปฏิบัติงานได้ ที่สำคัญคืออาจทำให้เกิดประสาทหูเสื่อมจนถึงการสูญเสียการได้ยินแบบถาวรได้ด้วยเหตุผลดังกล่าวจึงจำเป็นต้องมีการกำหนดมาตรฐานของเสียงในสถานประกอบการขึ้นเพื่อประโยชน์ในการป้องกันอันตรายจากเสียงที่อาจเกิดขึ้นต่อผู้ปฏิบัติงานได้ สำหรับมาตรฐานเสียงที่กำหนดโดย American Conference of Govermental industrial Hygienist (ACGIH) ซึ่งระบุระดับเสียงที่ดังต่อเนื่องและที่ดังเป็นระยะๆ ดังตาราง 1.1

ตาราง 1.1 ระดับเสียงที่ดังต่อเนื่องและดังเป็นระยะที่ผู้ปฏิบัติงานสัมผัสได้ไม่เกินค่ากำหนดตลอดระยะเวลาการทำงานต่อวัน

ระยะเวลาที่รับเสียงต่อวัน (ชั่วโมง)	ระดับเสียง dB(A)
16	80
8	85
4	90
2	95
1	100
1/2	105
1/4	110
1/8	115

หมายเหตุ ทั้งเสียงชนิดที่ดังต่อเนื่องและดังเป็นระยะ ๆ จะดังเกินกว่า 115 dB(A) ไม่ได้
ที่มา : กองอาชีวอนามัย, 2540 : 48-49

นอกจากนี้ ACGIH ได้กำหนดระดับเสียงที่ผู้ปฏิบัติจะได้รับการทำงานที่เกี่ยวข้องกับเสียงกระแทกดังตาราง 1.2

ตาราง 1.2 ระดับเสียงสูงสุดที่ผู้ปฏิบัติงานได้รับต่อวัน

ระดับเสียงสูงสุด dB(peak)	จำนวนครั้งของเสียงกระทบต่อวัน
140	100
130	1,000
120	10,000

ที่มา : กองอาชีวอนามัย, 2540 : 49

OSHA (Occupational Safety and Health Act) ได้กำหนดมาตรฐานระยะเวลาที่อนุญาตให้สัมผัสกับระดับเสียงดังหนึ่ง ๆ ดังตาราง 1.3

ตาราง 1.3 มาตรฐานระยะเวลาที่อนุญาตให้สัมผัสกับระดับเสียงดังหนึ่ง ๆ

ระยะเวลาที่อนุญาตให้สัมผัส (ชั่วโมง)	ระดับเสียงดัง dB(A)
8	90
6	92
4	95
3	97
2	100
1.5	102
1	105
0.5	110
0.25หรือน้อยกว่า	115

ที่มา : OSHA 29 CFR 1910.95

นอกจากนี้ OSHA ยังได้กำหนดเกี่ยวกับเสียงกระแทก โดยการทำงานที่ต้องสัมผัสเสียงกระแทกจะต้องมีระดับความดังสูงสุดของเสียงกระแทกไม่เกิน 140 dB(peak) (OSHA 29 CFR 1910.95)

The National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) ได้แนะนำค่าขีดจำกัดของการสัมผัสเสียงดังตลอดระยะเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมง (Time Weighted Average, TWA) คือ 85 dB(A) โดยถ้าผู้ปฏิบัติงานสัมผัสเสียงที่ดังมากกว่านี้ถือว่าเป็นอันตราย (NIOSH, 1998)

องค์การอนามัยโลก (World Health Organization, WHO) ได้กำหนดให้ผู้ปฏิบัติงานสัมผัสเสียงได้ไม่เกิน 85 dB(A) ตลอดการทำงาน 8 ชั่วโมง เพื่อป้องกันภาวะประสาทหูเสื่อมจากเสียง (WHO, 1997 : 10)

สำหรับประเทศไทยได้มีการกำหนดมาตรฐานของเสียงโดยกระทรวงมหาดไทย ซึ่งระบุไว้ในประกาศกระทรวงมหาดไทย เรื่องความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับสภาวะแวดล้อม อาศัยอำนาจตามความในข้อ 2(7) แห่งประกาศของคณะปฏิวัติฉบับที่ 103 ลงวันที่ 16 มีนาคม 2515 กำหนดไว้ ดังนี้ คือ (สุนันทา พลปัถพี , 2542 : 438)

หมวด 3 เสียง

ข้อ 13 ภายในสถานประกอบการที่ให้ลูกจ้างคนหนึ่งคนใดทำการต่อไปนี้

1) ไม่เกินวันละ 7 ชั่วโมง ต้องมีระดับเสียงที่ให้ลูกจ้างได้รับติดต่อกันไม่เกิน 91 dB(A)

2) เกินกว่าวันละ 7 ชั่วโมงแต่ไม่เกิน8ชั่วโมงเสียงที่ลูกจ้างได้รับติดต่อกันไม่เกิน 90 dB(A)

3) เกินกว่าวันละ 8 ชั่วโมง จะต้องมีระดับเสียงที่ลูกจ้างได้รับติดต่อกันไม่เกิน 80 dB(A)

ข้อ 14 นายจ้างให้ลูกจ้างทำงานในที่มีระดับเสียงเกินกว่า 140 dB(A) มิได้

โดยสรุประดับเสียงที่นานาชาติยอมให้สัมผัสได้ตลอดระยะเวลาการทำงานวันละ 8 ชั่วโมง ก็คือ ไม่เกิน 85 dB(A) ซึ่งสอดคล้องกับข้อกำหนดของ Occupational Safty and Health Act, OSHA ที่กำหนดตามกฎหมายฉบับ HAC-83 (Hearing Conservation Amendments, HCA) ไว้ว่าโครงการพิทักษ์การได้ยิน(hearing conservation program) ควรเริ่มทำเมื่อระดับเสียงดังถึง 85 dB(A) ต่อการทำงานเป็นระยะเวลา 8 ชั่วโมง (time weighted – average , TWA) (สุนันทา พลปัถพี , 2542 : 438 – 439)

2.1.2.4 ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการทำงานของเครื่องวัดเสียง เครื่องวัดเสียงเป็นเครื่องมือที่ประกอบด้วยระบบวงจรไฟฟ้า ทำให้มีความไวต่อสิ่งที่มากระทบกระเทือน ซึ่งปัจจัยต่างๆ ที่อาจมีผลกระทบต่อการทำงานของเครื่องวัดเสียงมีดังนี้คือ (วันทนีย์ พันธุ์ประสิทธิ์, 2534 : 136-137 ; Demisov and Suvorov, 1998 : 47.7)

ก. อุณหภูมิ เครื่องวัดเสียงส่วนมากถูกระบุให้ใช้ในบริเวณที่มีอุณหภูมิ -7 ถึง 66 ° c ดังนั้นการใช้งานในบริเวณที่อุณหภูมิสูงหรือต่ำกว่านี้ ควรศึกษารายละเอียดในคู่มือการใช้ให้ถี่ถ้วนก่อน เพื่อให้ผลการวัดมีความถูกต้องและเชื่อถือได้

ข. ความชื้น เครื่องวัดเสียงสามารถทำงานได้ในที่ที่มีความชื้นสูง นานตราบเท่าที่ความชื้นไม่กลั่นตัวกลายเป็นหยดน้ำเกาะไมโครโฟน

ค. ความดันบรรยากาศ จะมีผลต่อเครื่องถูกปรับความถูกต้องของเครื่องวัดเสียง ดังนั้นต้องปรับค่าความดันบรรยากาศตามคำแนะนำในคู่มือการใช้เครื่องเสมอ

ง. กระแสลมจะมีผลกระทบต่อระดับความดังเสียงทำให้ ค่าความดังเสียง เปลี่ยนแปลงไปจากค่าที่ควรจะเป็นได้ ดังนั้นถ้าต้องการวัดเสียงในบริเวณที่มีกระแสลมพัดผ่านจะต้องใช้เครื่องป้องกันกระแสลมด้วยเสมอ

2.1.3 การวิเคราะห์และแปลผล (วันทนี พันธุ์ประสิทธิ์, 2536 : 148-153 ; Bisesi and Kohn, 1995 : 16-1 - 17-3) ในการตรวจวัดระดับเสียงในสภาพแวดล้อมการทำงานนิยมใช้เครื่องวัดระดับความดังเสียง (sound level meter) ทำการวัดเสียงบริเวณพื้นที่/จุดที่ผู้ปฏิบัติงานทำงาน ติดตั้งเครื่องมือให้อ่านค่าระดับเสียงออกมาในรูปของค่าเฉลี่ยของระดับความดังเสียงที่ผู้ปฏิบัติงานสัมผัสตลอดระยะเวลาการทำงาน (eqivalent continuous sound level, Leq) ซึ่งมีหน่วยเป็น dB(A) แล้วนำค่าที่ได้ไปเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน สำหรับกรณีที่ระดับความดังเสียงในสภาพแวดล้อมการทำงานมีลักษณะของเสียงกระแทกรวมอยู่ด้วย จึงต้องทำการวัดระดับความดังของเสียงกระแทกในบริเวณพื้นที่/จุดที่ผู้ปฏิบัติงานทำงาน โดยใช้เครื่องวัดระดับความดังเสียง (sound level meter ชนิดที่ออกแบบมาใช้วัดเสียงกระแทกได้) ติดตั้งเครื่องมือให้อ่านค่าระดับเสียงสูงสุดของเสียงกระแทก (peak) ซึ่งมีหน่วยเป็น dB(peak) แล้วนำค่าที่ได้ไปเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน

ในการหาค่าปริมาณเสียงสะสมที่ผู้ปฏิบัติงานสัมผัสตลอดระยะเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมง สามารถหาค่าเฉลี่ยของระดับความดังเสียงที่ผู้ปฏิบัติงานสัมผัสใน 8 ชั่วโมง โดยใช้เครื่องมือวัดปริมาณเสียงสะสม (noise dosimeter) ซึ่งเครื่องมือชนิดนี้จะอ่านค่าปริมาณการสัมผัสเสียงออกมาในรูปของร้อยละการสัมผัสโดยตรง (Dose) ซึ่งเป็นสัดส่วนของระยะเวลาที่

สัมผัสเสียงในระดับ หนึ่ง ๆ (ชั่วโมง) ต่อระยะเวลาที่อนุญาตให้ผู้ปฏิบัติงานสัมผัสเสียงในระดับนั้น ๆได้ สามารถคำนวณได้จากสูตร

$$D = 100\left[\frac{C_1+C_2+C_3+\ldots\ldots\ldots+C_n}{T_1+T_2+T_3+\ldots\ldots\ldots+T_n}\right]$$

เมื่อ D = ปริมาณการสัมผัสเสียง (%)

C = ระยะเวลาที่สัมผัสเสียงในระดับหนึ่ง ๆ (ชั่วโมง)

T = ระยะเวลาที่อนุญาตให้ผู้ปฏิบัติงานสัมผัสเสียงในระดับนั้น ๆได้ (ค่ามาตรฐานตามตาราง 1.1 หรือ 1.3)

โดยถ้า D>100% แสดงว่าปริมาณเสียงที่ได้รับเป็นอันตรายต่อการได้ยิน

D=100% แสดงว่าปริมาณเสียงที่ได้รับมีค่าเท่ากับค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ (90dB(A) หรือ 85 dB(A) ตลอดระยะเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมง)

D<100% แสดงว่าปริมาณเสียงที่ได้รับไม่เป็นอันตรายต่อการได้ยิน

เมื่อทราบปริมาณการสัมผัสเสียงสะสม (Dose) สามารถนำค่านี้ไปคำนวณหาระดับเสียงเฉลี่ยที่ผู้ปฏิบัติงานสัมผัสใน 8 ชั่วโมง (8-hours Time Weighted Average, TWA) ได้จากสูตร

$$TWA = C+16.61 \text{ Log } (D/100)$$

เมื่อ TWA = ปริมาณการสัมผัสเสียงเฉลี่ยใน 8 ชั่วโมง

C = TLV (ซึ่งเท่ากับ 90 dB(A) หรือ 85 dB(A) ในเวลา 8 ชั่วโมง)

D = ปริมาณการสัมผัสเสียงสะสมเป็นเปอร์เซ็นต์

2.2 หลักการและเครื่องมือวัดระดับเสียง (sound level meter)

การวัดระดับเสียงโดยใช้เครื่องมือวัดระดับเสียง (sound level meter) มีส่วนประกอบ ชนิดของเครื่องวัดระดับเสียงและหลักการทำงานของเครื่องมือดังรายละเอียดต่อไปนี้

2.2.1 ส่วนประกอบของเครื่องวัดระดับเสียง

เครื่องวัดระดับเสียง (sound level meter) จะประกอบด้วยส่วนสำคัญ ๆ 5 ส่วนดังนี้ คือ (Niland and Zenz, 1994 : 264)

2.2.1.1 ไมโครโฟน (omnidirectional microphone) เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าตอบสนองต่อความดันเสียง และสร้างสัญญาณไฟฟ้า

2.2.1.2 เวทติ้ง เนทเวอร์ค (weighting network) เป็นอุปกรณ์ควบคุมการตอบสนองของเครื่องวัดระดับเสียงที่ความถี่ต่าง ๆ weighting network ที่ใช้ปัจจุบันมี 4 ประเภท คือ A B C และ D โดย weighting network A เป็นเครื่องมือที่นิยมใช้มากที่สุด ในการประเมินอันตรายจากเสียง เนื่องจากสามารถตอบสนองต่อความดังที่ความถี่ต่าง ๆ ได้ใกล้เคียงกับหูของมนุษย์มากที่สุด ส่วน weighting network B และ C ใช้ในการตรวจวัดเสียงจากเครื่องจักรโดยละเอียด สำหรับ weighting network D ใช้วัดเสียงที่มีความถี่สูงมากและรบกวนความรู้สึกอย่างยิ่ง เช่น เสียงเครื่องบินไอพ่น นอกจากนี้ยังมี linear weighting (หรือunweight) เป็นการวัดการตอบสนองแบบเสมอกันตั้งแต่ความถี่ที่ 20 Hz - 16 KHz ซึ่งมักใช้ร่วมกับอุปกรณ์วัดความถี่ (octave band filter)

2.2.1.3 ภาคขยายสัญญาณเสียง (amplifier) เครื่องวัดระดับเสียงจะต้องมีภาคขยายสัญญาณเสียงที่มีความสามารถขยายสัญญาณที่ความถี่ระหว่าง 20 – 20,000 Hz เนื่องจากช่วงความถี่ที่ต้องการวิเคราะห์ อยู่ในช่วง 50-6,000 Hz นอกจากนี้จะต้องมีเสียงรบกวนที่เกิดจากตัวขยายสัญญาณของที่เรียกค่า electronic noise ต่ำ

2.2.1.4 แอตเทนนูเอเตอร์ (attenuator) ในบางครั้งอาจจำเป็นจะต้องวัดเสียงที่มีระดับความดังแตกต่างกันมาก สัญญาณที่แตกต่างกันนี้จะถูกทำให้มีขนาดเล็กลง โดยการใช้ แอตเทนนูเอเตอร์ เพื่อให้เข็มบนหน้าปัดอ่านค่ายังคงเบนไป-มา ในช่วงของสเกลได้โดยไม่ตกสเกล

2.2.1.5 หน้าปัดอ่านค่า (meter) ทำหน้าที่อ่านค่าความดังเสียงที่วัดได้

ปัจจุบันเครื่องวัดระดับเสียงได้ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อให้สามารถใช้งานได้สะดวกรวดเร็ว โดยมี time weighting เพื่อเลือกการตอบสนองของเครื่องวัดเสียง ตามลักษณะของเสียงที่เกิดขึ้นในฟังก์ชันของเวลา แบ่งเป็น (สุภาภรณ์ หลักรอด, 2543 : 13 ; Diberardinis, 1999 : 855)

ก. slow (s) ใช้วัดเสียงต่อเนื่องที่ดังสม่ำเสมอ (steady-state noise) ลักษณะความเข้มของเสียงค่อนข้างคงที่ มีการเปลี่ยนแปลงไม่เกิน 5 เดซิเบลใน 1 วินาที โดยเครื่องจะตอบสนองและอ่านค่าทุก ๆ 1 วินาที (1,000 millisecond หรือมี average integration time = 1 วินาที)

ข. fast (f) ใช้วัดเสียงที่เปลี่ยนแปลงรวดเร็ว ไม่สม่ำเสมอ (fluctuating noise) โดยเครื่องจะตอบสนองอย่างรวดเร็วและอ่านค่าทุก ๆ 1/8 วินาที (125 millisecond)

ค. impulse (I) ใช้วัดเสียงกระแทก โดยเครื่องจะตอบสนองและอ่านค่าทุก ๆ 1/30 วินาที (35 millisecond)

ง. peak sound pressure level (p) ใช้วัดเสียงสูงสุดของเสียงกระแทก โดย peak เป็นค่าสูงสุดจริงของความดันเสียงในช่วงระยะเวลาการตรวจวัด ซึ่งไม่ใช้ weighting net work (ต้องเลือกlinear)

จ. Lmax (maximum) เป็นค่าความดันเสียง (sound pressure level) แบบ root mean square ที่สูงที่สุดภายในช่วงระยะเวลาที่ตรวจวัด (โดยเลือก time weight เป็น slow, fast หรือ impulse)

ฉ. Lmin (minimum) เป็นค่าความดังเสียง แบบ root mean square ที่ต่ำที่สุดภายในช่วงระยะเวลาที่ตรวจวัด (โดยเลือก time weight เป็น slow, fast หรือ impulse)

2.2.2 ชนิดของเครื่องวัดระดับเสียง (type of sound level meter)

สถาบันมาตรฐานแห่งชาติสหรัฐอเมริกา (American National Standard Institute , ANSI) ได้แบ่ง ชนิดของเครื่องวัดระดับเสียงแบ่งออกเป็น 4 ประเภท ดังรายละเอียด ต่อไปนี้ (Bisesi and Kohn, 1995 : 16-2)

2.2.2.1 type 0 เป็นชนิดที่มีประสิทธิภาพสูงสุด มีความแม่นยำถึง $\pm$ 0 dB เหมาะสำหรับใช้ในห้องปฏิบัติการ

2.2.2.2 type 1เป็นชนิดที่มีความแม่นยำ $\pm$ 1 dB ถูกออกแบบมาใช้ในการปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องการความละเอียดแม่นยำมาก

2.2.2.3 type 2 หรือ general purpose เป็นชนิดเอนกประสงค์ มีความแม่นยำ $\pm$2 dB เครื่องวัดระดับเสียงชนิด type 2 หรือชนิดที่มีความแม่นยำสูงกว่า ที่มี weighting network A เหมาะสำหรับใช้ประเมินความดังของเสียงในสิ่งแวดล้อมการทำงาน ซึ่ง ชนิด type 2 เป็นชนิดที่นิยมมากที่สุด

2.2.2.4 speacial purpose type หรือ type S เป็นชนิดที่ถูกออกแบบใช้สำหรับงานเฉพาะ เช่น วัดเสียงออกมาเป็นปริมาณ (dose)

2.2.3 หลักการทำงานของเครื่องวัดระดับเสียง

หลักการทำงานของเครื่องวัดระดับเสียง เริ่มต้นโดยเมื่อคลื่นเสียงมากระทบกับแผ่นไดอะแฟรม (diaphram) ของไมโครโฟน จะทำให้เกิดการสั่นของแผ่นไดอะแฟรมตามความดันที่มากระทบ โดยไมโครโฟนจะทำหน้าที่เปลี่ยนความดันให้อยู่ในรูปของความต่างศักย์ ซึ่งจะต้องถูกขยายด้วย (preamplifier) แล้วผ่านต่อไปยัง weighting networks เพื่อปรับสัญญาณไฟฟ้าให้อยู่ใน spectrum ที่คล้ายคลึงกับการตอบสนองของหูมนุษย์ที่มีต่อเสียงนั้น หลังจากนั้นสัญญาณที่ผ่านการปรับแล้วจะผ่านต่อไปยังเครื่องขยายสัญญาณเสียงอีกครั้ง เพื่อให้

โวลท์มิเตอร์อ่านค่าออกมาเป็นค่าลอกาลิทมิก ในหน่วยเดซิเบล (จักรกฤษณ์ ศิวะเดชาเทพและสราวุธ สุธรรมาสา, 2536 : 378)

2.3 หลักการและเครื่องมือวัดปริมาณเสียงสะสม (noise dosimeter)

การวัดปริมาณโดยใช้เครื่องมือวัดปริมาณเสียงสะสม (noise dosimeter) มีส่วนประกอบ คุณสมบัติและหลักการทำงานของเครื่องมือดังรายละเอียดต่อไปนี้ (วันทนีย์ พันธุ์ประสิทธ์ , 2536 : 123 –124 ; Bisesi and Kohn, 1995 : 17-3)

2.3.1 ส่วนประกอบของเครื่องมือวัดปริมาณเสียงสะสม โดยทั่วไปประกอบด้วยส่วนประกอบสำคัญ 3 ส่วน คือ

2.3.1.1 เครื่องวัดระดับเสียง (sound level meter)

2.3.1.2 อุปกรณ์รวมเสียง (intergrator)

2.3.1.3 ส่วนเก็บข้อมูลหรืออ่านค่า (storage system or indicator)

2.3.2 คุณสมบัติของเครื่องวัดปริมาณเสียงสะสม เพื่อให้การตรวจวัดมีความถูกต้องแม่นยำ เครื่องมือวัดปริมาณเสียงสะสมจึงควรมีคุณสมบัติเฉพาะดังนี้ คือ

2.3.2.1 ได้มาตรฐานของ ANSI และผ่านการตรวจสอบโดย MSHA (Mine Safety and Health Association)

2.3.2.2 สามารถสะสมเสียงในช่วงระดับความดัง 80 – 130 dB (A)

2.3.2.3 สามารถตั้งให้สะสมเสียงตั้งแต่ 90 dB (A) ได้ด้วย

2.3.2.4 แสดงค่าเปอร์เซ็นต์ เวลาการสัมผัสเสียงที่เกินมาตรฐานตั้งแต่ 0.01 % ถึง 99.99 %

2.3.2.5 แบตเตอรี่มีอายุการใช้งาน 100 ชั่วโมง

2.3.2.6 มีขนาดเล็กพกติดตัวผู้ปฏิบัติงานได้สะดวก

2.3.3 หลักการทำงานของเครื่องวัดปริมาณเสียงสะสม

เครื่องวัดปริมาณเสียงสะสม (noise dosimeter) จัดเป็นชนิดหนึ่งของเครื่องวัดระดับความดังเสียง (special purpose type) จึงมีหลักการทำงานที่คล้ายคลึงกับการทำงานของเครื่องวัดระดับความดังเสียง แต่เนื่องจากลักษณะของเสียงที่ผู้ปฏิบัติงานสัมผัสมีค่าเปลี่ยนแปลงไม่คงที่ จึงต้องมีอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่รวมเสียง ส่งเข้าสู่ส่วนเก็บข้อมูลและอ่านค่าออกมาเป็นร้อยละของปริมาณการสัมผัสเสียง

2.4 การวัดระดับเสียงบริเวณจุดปฏิบัติงาน

การวัดระดับเสียงบริเวณจุดปฏิบัติงานเป็นการวัดระดับความดังของเสียงในบริเวณ/จุด ที่ผู้ปฏิบัติงานสัมผัสตลอดระยะเวลาการทำงาน โดยใช้เครื่องวัดระดับความดังของเสียง (sound level meter) ชนิดที่ 1 หรือ 2 ทำการกำหนดจุด/พื้นที่ ที่จะทำการตรวจวัด อาจเป็นลักษณะ column line หรือ center of bays โดยบริเวณที่ทำการวัดเสียงควรมีเฉพาะแต่ผู้ปฏิบัติงานที่ทำงานประจำบริเวณนี้เท่านั้น ในการติดตั้งเครื่องมือควรตั้งไว้บนขาตั้งเฉพาะและตั้งให้ห่างจากผู้ปฏิบัติงานรวมทั้งตัวผู้ตรวจวัดเองอย่างน้อย 0.5 เมตร ห่างจากสิ่งก่อสร้างอย่างน้อย 1-2 เมตรและห่างจากหน้าต่างหรือประตูที่เปิด อย่างน้อย 1 เมตร กรณีที่ผู้ตรวจวัดถือเครื่องเอง เวลาวัดจะต้องยื่นไมโครโฟนให้สุดแขน (เพื่อลดการเบี่ยงเบนของเสียง) ขณะทำการวัดให้ระดับของไมโครโฟนอยู่ในระดับหูของผู้ปฏิบัติงาน (hearing zone) หันไมโครโฟนเข้าสู่แหล่งกำเนิดเสียง สำหรับกรณีของการวัดความดังเสียงที่มีลักษณะของเสียงคงที่ (steady-state noise) ตลอดระยะเวลาการทำงานให้ปรับเครื่องวัดเสียงให้อ่านค่าที่สเกล เอ และให้อ่านค่าแบบช้า (slow) ค่าที่ได้จะเป็นค่าเฉลี่ยของระดับความดังเสียงในบริเวณ/จุด ที่ผู้ปฏิบัติงานสัมผัสตลอดระยะเวลาการทำงาน (Leq) มีหน่วยเป็นเดซิเบล เอ ซึ่ง (Diberardinis, 1999 : 862-863) หากเสียงที่เกิดขึ้นเป็นเสียงที่ดังสม่ำเสมอตลอดไม่ว่าจะวัดช่วงใดก็ถือว่าคือค่า Leq สำหรับกรณีของการวัดความดังเสียงที่มีลักษณะของเสียงกระแทก (impact noise) ให้ปรับเครื่องวัดเสียงไปที่ linear weighting และให้อ่านค่าแบบเสียงกระแทก (impulse) ค่าที่ได้จะเป็นค่าระดับเสียงสูงสุดของเสียงกระแทกที่เกิดขึ้นในช่วงระยะเวลานั้น (peak) มีหน่วยเป็น dB(peak) (สุภาภรณ์ หลักรอด, 2541 : 13-14)

2.5 การวัดปริมาณเสียงสะสมที่ผู้ปฏิบัติงานสัมผัสตลอดระยะเวลาการทำงาน

การวัดปริมาณเสียงสะสมเป็นการวัดค่าระดับความดังของเสียงที่ผู้ปฏิบัติงานสัมผัสตลอดระยะเวลาการทำงาน โดยใช้เครื่องมือวัดปริมาณเสียงสะสม (noise dosimeter) ทำการติดตั้งเครื่องมือเข้ากับเข็มขัดคาดเอวหรือกระเป๋าเสื้อของผู้ปฏิบัติงาน หนีบไมโครโฟนในลักษณะตั้งตรง ติดกับคอปกเสื้อตรงไหล่ให้ใกล้กับหูของผู้ปฏิบัติงาน (hearing zone) มากที่สุด ปรับเครื่องวัดปริมาณเสียงสะสมให้รวมเวลาการสัมผัสเสียงที่มีระดับความดังตั้งแต่ 90 dB(A) เครื่องจะทำการอ่านค่าปริมาณการสัมผัสเสียงออกมาในรูปของร้อยละการสัมผัสโดยตรงและสามารถนำค่านี้ไปคำนวณหาระดับเสียงเฉลี่ยที่ผู้ปฏิบัติงานสัมผัสใน 8 ชั่วโมง (8-hours Time Weighted Average, TWA) ได้จากสูตรตามหัวข้อ 2.1.3 (Bisesi and Kohn, 1995 : 17-1-17-3)

3. กายวิภาคและสรีระวิทยาของการได้ยิน

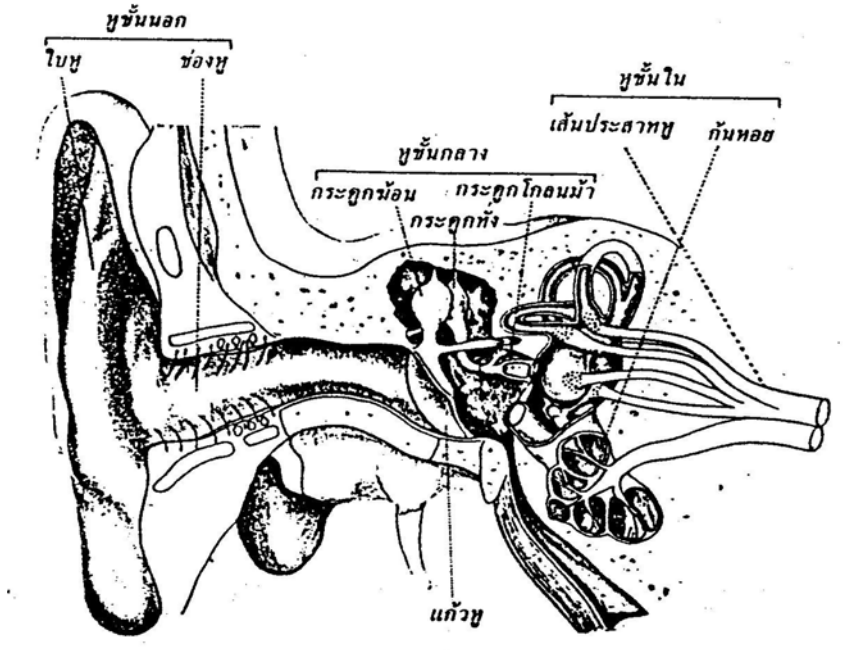
3.1 กายวิภาคของหู

ตำแหน่งที่ตั้งของหูนั้นจะอยู่ทางด้านซ้ายและขวาของศีรษะมักจะอยู่ในระดับศีรษะ หูมีหน้าที่สำคัญ 2 ประการคือ ประการแรก ทำหน้าที่ในการรับฟังเสียง บอกทิศทางที่มาของเสียงรวมทั้งช่วยให้เข้าใจความหมายของเสียงที่ได้ยินนั้นด้วย โดยจะทำงานร่วมกับประสาทหูและสมอง ซึ่งถือว่าเป็นหน้าที่ที่สำคัญที่สุด ประการที่สอง ทำหน้าที่ควบคุมการทรงตัวของร่างกาย ใช้ควบคุมการทรงตัวโดยทำงานร่วมกับตา กล้ามเนื้อ ข้อต่อต่างๆ (พูนพิศ อมาตยกุล และคณะ, 2522 : 9 – 10) ลักษณะทางกายวิภาคหูของมนุษย์ แบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ (บุญชู กุลประดิษฐารมณ์ และสุภาวดี ประคุณหังสิต, 2538 : 1-10)

3.1.1 หูชั้นนอก (outer or external ear) ประกอบด้วย ใบหู ช่องหูชั้นนอก และเยื่อแก้วหู โดยใบหูมีลักษณะเป็นแผ่น ประกอบด้วยกระดูกอ่อนที่พับงอได้ ทำหน้าที่ป้องเสียงให้ผ่านเข้าไปในช่องหู ช่องหูชั้นนอกเป็นทางให้เสียงผ่านจากภายนอก เข้าไปกระทบกับเยื่อแก้วหู เพื่อผ่านสู่หูชั้นกลาง มีลักษณะเป็นช่องกลวงเจาะเข้าไปสองข้างของกะโหลกศีรษะ ประกอบด้วยส่วนที่เป็นกระดูกอ่อน (ตอนนอก) และกระดูกแข็ง (ตอนใน) ผนังของช่องหูบุด้วยผิวหนังธรรมดาโดยมี ขน ต่อมเหงื่อ และ ต่อมน้ำมัน ซึ่งจะผลิตขี้หู เพื่อป้องกันมิให้สิ่งแปลกปลอมล่วงล้ำเข้าไปในหู ช่องหูยาวประมาณ 2.5 เซนติเมตร ส่วนเยื่อแก้วหู เป็นเยื่อบาง ๆ ลักษณะกลมรี สีขาว เป็นเงามันแสงผ่านได้เล็กน้อย ขึงติดกับขอบกระดูกแข็งอย่างแน่นหนาจะกั้นอยู่ระหว่างหูชั้นนอกและหูชั้นกลาง

3.1.2 หูชั้นกลาง (middle ear) อยู่ถัดจากเยื่อแก้วหูเข้าไป ลักษณะเป็นโพรง เรียกว่า tympanic cavity หรือ tympanum ฝังอยู่ในกระดูก temporal ผนังของหูชั้นกลางบุด้วยเยื่อเมือก (mucous membrane) ซึ่งสามารถปล่อยของเหลวคล้ายเมือกออกมาได้ ภายใน tympanic cavity ปกติจะมีอากาศขังอยู่ภายในเนื่องจากมีช่องติดต่อหูชั้นกลางมาเปิดที่บริเวณในลำคอ ออกสู่ปากอีกทีหนึ่ง ท่อนี้มีชื่อว่า eustachain tube ทุกครั้งที่เรากลืนน้ำลาย eustachain tube จะเปิดเสมอ เพื่อให้อากาศถ่ายเทเข้าออกได้ ภายในหูชั้นกลางประกอบด้วย เส้นประสาทรับรส 1 เส้น กล้ามเนื้อ 2 มัด ซึ่งทำหน้าที่ปรับและป้องกันการกระเทือนหากเสียงที่มากระทบหูนั้นดังเกินความจำเป็น และกระดูกที่เกาะติดกัน คือ กระดูก ฆ้อน ทั่ง โกลน วางอยู่บนหน้าต่างรูปไข่ (oval window) โดยกระดูกทั้ง 3 ชิ้นนี้ จะช่วยนำเสียงที่มากระทบแก้วหู ผ่านเข้าไปสู่หูชั้นในทาง oval window

3.1.3 **หูชั้นใน (inner ear)** จะฝังตัวอยู่ในกระดูก temporal แบ่งเป็นส่วนที่ทำหน้าที่รับเสียง (cochlear portion) และส่วนที่ทำหน้าที่ควบคุมการทรงตัว (vestibular portion) โดย cochlear portion จะประกอบด้วยท่อกลมขดซ้อนกันเป็นรูปก้นหอย 2 รอบครึ่ง ภายในท่อกลมนี้ยังแบ่งออกเป็น 3 ช่อง 2 ช่องใหญ่ มีชื่อว่า vestibuli & scala tympani ซึ่งจะขนาบช่องเล็ก (scala media) ไว้ตลอดตั้งแต่ฐานไปจนถึงยอดของก้นหอย ภายใน 2 ช่องใหญ่จะมีของเหลวบรรจุอยู่ เรียกว่า perilymphatic fluid ส่วนภายใน scala media จะมีของเหลวเรียกว่า endolymphatic fluid และอวัยวะสำหรับรับเสียง คือ organ of corti ซึ่ง organ of corti นี้ประกอบด้วย hair cells , tectorial membrane และเส้นประสาท cochlear nerve หรือ acoustic nerve โดย hair cells จะเป็นตัวรับกระตุ้นของเสียงมี 2 แถว แถวนอกเรียกว่า outer hair cells แถวในเรียกว่า inner hair cells สำหรับ tectorial membrane มีลักษณะเป็นแผ่นวุ้นบางๆ จะขยับขึ้นลงในขณะที่มีเสียงกระตุ้นหูและจะเป็นตัวกระตุ้น hair cells ให้รู้สึกว่ามีเสียงสัมผัส ส่วน cochlear nerve จะรับความรู้สึกจาก hair celles ส่งไปยังสมอง โดยสรุปลักษณะกายวิภาคของหูมีโครงสร้างดังภาพประกอบ 1

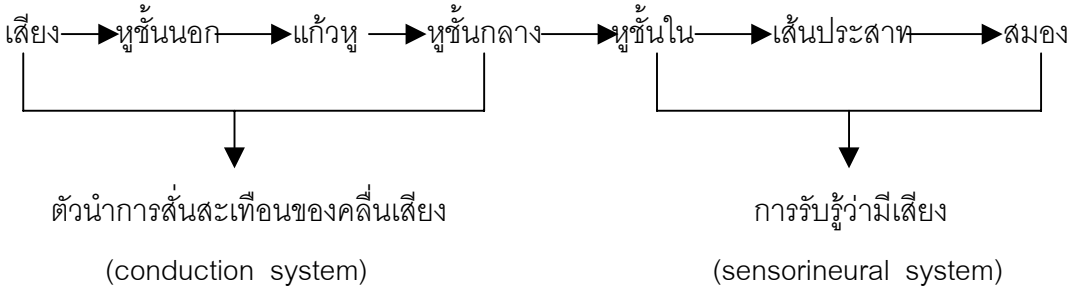


ภาพประกอบ 1 โครงสร้างของหู
ที่มา : ดัดแปลงจาก Niland and Zenz, 1994 : 266

3.2 **สรีระวิทยาการได้ยิน** จะเริ่มต้นจาก 1) ใบหู จะป้องเสียงให้ผ่านเข้าไปสู่หูชั้นนอก และช่วยบอกว่าเสียงที่ได้ยินนั้นมาจากทิศทางใด 2) เมื่อเสียงผ่านเข้าสู่ช่องหูชั้นนอกซึ่งมีลักษณะเป็นท่อ จะช่วยให้เกิดการก้องของเสียงภายใน ทำให้การขยายเสียงดีขึ้น โดยเฉพาะเสียงที่มีความถี่ 2,000 – 5,500 Hz ในช่วงนี้เสียงจะถูกขยายให้ดังขึ้น ประมาณ 5 – 10 dB 3) เยื่อแก้วหูจะทำหน้าที่รับเสียงและขยับเขยื้อนตามความแรงของเสียง จากนั้นจะปรับสภาพของความดันอากาศ เป็นการเคลื่อนไหวแบบ mechanical vibration เป็นผลทำให้เกิดการสั่นของกระดูกฆ้อนในหูชั้นกลาง 4) เมื่อกระดูกฆ้อนสั่น จะทำให้กระดูกทั่งและโกลน ซึ่งเกาะติดกันสั่นตามเป็นด้วย หากเสียงนั้นดังมากเกินไปกล้ามเนื้อในหูชั้นกลาง 2 มัด จะช่วยรั้งเอาไว้ไม่ให้เคลื่อนไหวเกินขอบเขต การทำงานของกระดูกทั้ง 3 นั้น ทำได้ดีทุกความถี่ แต่จะทำได้ดีมากๆถ้าความถี่นั้นสูงกว่า 800 Hz ขึ้นไป การขยายเสียงในหูชั้นกลางด้วยกระดูกทั้ง 3 ชิ้นนี้ สามารถขยายเพิ่มจากเดิมได้ถึงเท่าตัวด้วยอัตรา 2 ต่อ 1 ส่วนกระดูกโกลนนั้นเมื่อมีการขยับเขยื้อน จะส่งผลทำให้ oval window membrane สั่น และจะทำให้ perilymphatic fluid ในหูชั้นในสั่นตามไปด้วย 5) เมื่อ perilymphatic fluid สั่นกลไกจะเปลี่ยนสภาพ จาก mechanical pressure มาเป็น hydrolic

pressure มีผลให้ endolymphatic fluid, tectorial membrane และ hair cells สั่นตามไปด้วยโดย hair cells จะทำหน้าที่แปลงคลื่นเสียงให้เป็นคลื่นไฟฟ้าส่งไปยังเส้นประสาทรับเสียงสู่สมอง เพื่อรับทราบและสั่งการตอบสนอง การทำงานของ hair cells ในหูชั้นในนั้น ทำหน้าที่คล้ายไมโครโฟนขนาดจิ๋ว ซึ่งเซลล์แต่ละตัวจะรับเสียงไวไม่เท่ากัน โดย hair cells ที่อยู่บริเวณก้นหอยส่วนล่าง จะรับเสียงความถี่สูงๆ ได้ดีมาก และ hair cells บริเวณบนของก้นหอยจะรับเสียงความถี่ต่ำๆ ได้ดีมาก (พูนพิศ อมาตยกุล และคณะ , 2522 : 15 – 16)

การทำงานของหู ตั้งแต่ใบหู จนถึง oval window เป็นการทำงานโดยการนำเสียงผ่านโมเลกุลของอากาศ ผ่านเยื่อแก้วหูแล้วนำเสียงผ่านกระดูกหูทั้ง 3 มาถึง oval window รวมเรียกการทำงานในช่วงนี้ว่า ตัวนำการสั่นสะเทือนของคลื่นเสียง (conduction system) ส่วนหน้าที่ที่อยู่หลัง oval window เข้าไปเป็นหน้าที่ของเซลล์รับความรู้สึกและประสาทรับเสียงรวมเรียกการทำงานในช่วงนี้ว่าการรับรู้ว่ามีเสียง (sonsorineural system) (สุจิตรา ประสานสุข, 2537 : 67) โดยสรุปแล้วสรีระวิทยาการได้ยินมีกลไกต่างๆ ดังภาพประกอบที่ 2



ภาพประกอบ2 กลไกการได้ยิน

ที่มา : สุจิตรา ประสานสุข, 2537 : 67

4. การตรวจหูในคน

การตรวจหูนอกจากจะเป็นวิธีที่สามารถบอกถึงความผิดปกติของหูแล้ว ยังเป็นวิธีที่จะช่วยในการวินิจฉัยแยกโรคของหูที่เกิดเนื่องจากการสัมผัสเสียงดังอีกด้วย การตรวจหูที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยครั้งนี้ได้แก่ การตรวจหูชั้นนอก รูหู แก้วหู สิ่งที่พบจากการตรวจ และการตรวจการได้ยิน ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้คือ (พูนพิศ อมาตยกุลและรจนา ทรรทรานนท์, 2522 : 52-58 ; สุเมธ พีรวุฒิ, มปป : 24-30)

4.1 **การตรวจหูชั้นนอก** เป็นการอาศัยการดู คลำและการเคลื่อนไหวของใบหู ลักษณะความผิดปกติของหูชั้นนอกได้แก่ ใบหูเล็ก (microtia) ใบหูใหญ่เกินไป (macrotia) หรือ ใบหูกาง (outstanding ear) เป็นต้น

4.2 **การตรวจรูหูและแก้วหู** สามารถตรวจโดยใช้เครื่องมือ คือ เครื่องถ่างรูหู (aural speculum) เครื่องส่องหู (otoscope) และเครื่องผ่าตัดระบบจุลศัลยกรรม (operating microscope) ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.2.1 **การตรวจด้วยเครื่องถ่างรูหู** (aural speculum) เป็นการตรวจขั้นพื้นฐานที่ใช้เครื่องมือคือ เครื่องถ่างรูหูและกระจกสวมหัว ในการตรวจควรเลือกเครื่องมือที่มีขนาดโตมากที่สุดที่สามารถสอดเข้าไปในรูหูได้ วิธีการตรวจทำได้โดยดึงใบหูไปทางด้านหลังและด้านบน แล้วใช้มืออีกข้างหนึ่งค่อย ๆ สอดเครื่องถ่างรูหูเข้าไป ซึ่งเครื่องมือนี้จะช่วยขยายรูหูและทำให้รูหูอยู่ในแนวตรง หลังจากนั้นให้เอียงศีรษะผู้รับการตรวจไปทางด้านตรงข้ามเล็กน้อย ปรับไฟจากกระจกเงาสวมหัวให้ส่องเข้าไปในรูหู ก็จะสามารถเห็นรายละเอียดต่าง ๆ ได้ ข้อควรระวังในการสอดเครื่องถ่างรูหู จะต้องไม่ให้เข้าไปในตำแหน่งที่ลึกเกินไป เพราะอาจทำให้เกิดการบาดเจ็บ มีเลือดออกได้ ดังนั้นในการใช้เครื่องถ่างรูหูนี้จะต้องทำด้วยความระมัดระวังมากและต้องได้รับการฝึกฝนที่ดี จึงจะสามารถบอกรายละเอียดของความผิดปกติต่าง ๆ ได้ดี

4.2.2 **การตรวจด้วยเครื่องส่องหู** (otoscope) เครื่องส่องหูที่ใช้มี 2 ชนิด คือ เพื่อการวินิจฉัยและเพื่อการรักษา สำหรับชนิดเพื่อการวินิจฉัยทำให้สามารถเห็นรายละเอียดของรูหูและแก้วหูได้ชัดเจนยิ่งขึ้น ตลอดจนสามารถทดสอบการเคลื่อนไหวของแก้วหูได้ ส่วนชนิดเพื่อการรักษา มีประโยชน์ในการทำความสะอาดหูได้สะดวก นำสิ่งแปลกปลอมออกจากรูหูได้ดีและสามารถทำผ่าตัดบางอย่างได้ วิธีการตรวจทำได้โดยใช้มือซ้ายถือเครื่องส่องหู ในการถือควรให้ด้ามถืออยู่ระหว่างนิ้วหัวแม่มือและนิ้วชี้ ค่อย ๆ สอดเครื่องส่องหูเข้าไปในรูหู นิ้วชี้จะเป็นตัวกันไม่ให้เครื่องส่องหูเข้าลึกเกินไป ดึงใบหูไปทางด้านหลังและด้านบน แล้วจึงมองผ่านกระจกขยาย ก็จะสามารถเห็นรายละเอียดภายในได้ สำหรับกรณีที่มีหนอง เมือกหรือสิ่งแปลกปลอมอยู่ในรูหูจะทำให้บดบังโครงสร้างต่าง ๆ ภายใน จึงควรทำความสะอาดหูก่อนการตรวจทุกครั้ง ข้อควรระวังในการตรวจด้วยเครื่องส่องหู ตาของผู้ตรวจควรอยู่ใกล้กระจกขยายให้มากที่สุด เพื่อให้สามารถมองเห็นภาพได้ชัดเจน

4.2.3 **การตรวจด้วยเครื่องมือผ่าตัดระบบจุลศัลยกรรม** (operating microscope) เครื่องมือชนิดนี้สามารถขยายภาพให้มีขนาดใหญ่ขึ้นหลายสิบเท่า ใช้สำหรับการตรวจในกรณีที่ต้องการทราบรายละเอียดมากยิ่งขึ้น

4.3 สิ่งที่ตรวจพบจากการตรวจรูหูและแก้วหู

4.3.1 แก้วหูปกติ โดยปกติโครงสร้างของแก้วหูมีลักษณะเป็นเยื่อบาง ๆ กลมรี สีขาว ดังนั้นถ้ามีการเปลี่ยนแปลงไป เช่น สีของแก้วหูเปลี่ยนเป็นสีเหลืองแสดงว่าอาจมีหนองหรือของเหลวขังอยู่ภายใน ถ้าเป็นสีน้ำเงินแสดงว่ามีเลือดคั่งอยู่ภายในหูชั้นกลาง หรือมีสีแดงแสดงว่าแก้วหูอักเสบหรือเกิดการอักเสบในหูชั้นกลาง เป็นต้น

4.3.2 แก้วหูทะลุ พบได้ 3 แบบ ดังนี้คือ

4.3.2.1 แก้วหูทะลุตรงกลาง เป็นการทะลุของแก้วหูในส่วนของ pars tensa เท่านั้น ส่วนใหญ่พบในผู้ป่วยที่เป็นหูน้ำหนวก นอกจากนี้ยังพบว่าการแคะหูหรือกระทบกับเสียงดัง ๆ จะทำให้เกิดการทะลุแบบนี้ได้เช่นกัน

4.3.2.2 แก้วหูทะลุด้านข้าง เป็นการทะลุของแก้วหูที่ส่วนขอบของแก้วหู

4.3.2.3 แก้วหูทะลุด้านบน การทะลุแบบนี้อาจไม่ใช่การทะลุจริง แต่เกิดจากการดึงรั้งของส่วนของแก้วหูในส่วน par flaccida เข้าไปในหูชั้นกลางเป็นกระเปาะเล็ก ๆ แล้วขยายขนาดขึ้นเรื่อย ๆ ซึ่งแก้วหูทะลุชนิดด้านข้างและด้านบนมีความสำคัญมาก เพราะมีโอกาสทำให้เกิดก้อนของสิ่งหมักหมมจากเยื่อบุผิวหนังที่เรียกว่า cholesteatoma ได้สูง มีผลให้เกิดการทำลายโครงสร้างต่าง ๆ มีภาวะแทรกซ้อน เช่น ฝีหลังหู เยื่อหุ้มสมองอักเสบ ฝีในสมอง ตามมาได้

4.4 การตรวจการได้ยิน สามารถทำการตรวจโดยใช้เครื่องมือและวิธีการต่าง ๆ เช่น การตรวจด้วยซ่อมเสียง (turning fork) การตรวจด้วยเครื่องตรวจการได้ยินไฟฟ้า (audiometer) เป็นต้น สำหรับการวิจัยครั้งนี้ทำการตรวจการได้ยินด้วยเครื่อง audiometer ทำการตรวจโดยใช้คลื่นเสียงบริสุทธิ์ (pure tone) ที่ความถี่ 250, 500, 1,000, 2,000, 3,000, 4,000, 6,000 และ 8,000 Hz มีวัตถุประสงค์เพื่อใช้จำแนกความผิดปกติของการรับฟังเสียงที่เกิดขึ้นว่าเป็นประเภทใด ซึ่งอาศัยหลักการทางธรรมชาติของการเดินทางของเสียงจากแหล่งกำเนิดเข้าสู่หูชั้นใน คือการนำเสียงทางอากาศ (air conduction, AC) และการนำเสียงทางกระดูก (bone conduction, BC) โดยมีส่วนประกอบ หลักการทำงาน วิธีการตรวจและการแปลผลการตรวจ ดังรายละเอียดต่อไปนี้ (พูนพิศ อมาตยกุลและรจนา ทรรทรานนท์, 2522 : 52-58)

4.4.1 ส่วนประกอบของเครื่อง audiometer ที่สำคัญมีดังนี้

4.4.1.1 oscillator เป็นเครื่องกำเนิดเสียงที่ความถี่ต่าง ๆ ตั้งแต่ 125-8,000 Hz

4.4.1.2 amplifier เครื่องขยายสัญญาณเสียง

4.4.1.3 เครื่องควบคุมความดังของเสียง (attenuator)

4.4.1.4 เครื่องมือส่งสัญญาณเสียงสำหรับการตรวจหู (transducer)

4.4.1.5 ear phone ใช้ครอบหูทั้ง 2 ข้างเมื่อทำการตรวจการนำเสียงทางอากาศ

4.4.1.6 bone vibrator เพื่อตรวจการนำเสียงทางกระดูก

4.4.1.7 meter

4.4.2 หลักการทำงานของเครื่อง audiometer

การทำงานของเครื่องจะเริ่มจากเสียงที่ผ่านออกมาจาก oscillator จะถูกส่งผ่านไปยังเครื่องขยายสัญญาณเสียง (amplifier) และถูกส่งต่อไปยังเครื่องควบคุมความดังของเสียง (attenuator) ซึ่งจะทำหน้าที่เพิ่มหรือลดความดังเสียงมีหน่วยเป็นเดซิเบล หลังจากนั้นเสียงจะผ่านไปยังเครื่องมือส่งสัญญาณเสียงสำหรับการตรวจหู (transducer) ซึ่งประกอบด้วย ear phone เพื่อทำการตรวจการนำเสียงทางอากาศ และ bone vibrator เพื่อตรวจการนำเสียงทางกระดูก

4.4.3 วิธีการตรวจการได้ยิน ในการตรวจการได้ยินด้วยเครื่อง audiometer นั้นจะทำการตรวจการได้ยินโดยการนำเสียงทางอากาศ (air conduction, AC) และการนำเสียงทางกระดูก (bone conduction, BC) ซึ่งทั้งสองวิธีเป็นการตรวจเพื่อหาความไวของการได้ยิน (hearing threshold) คือระดับความดังเสียงที่เบาที่สุดที่หูจะเริ่มรู้สึก (just heard level) ซึ่งรายละเอียดของการหา hearing threshold การตรวจการได้ยิน การนำเสียงทางอากาศและการนำเสียงทางกระดูก มีดังต่อไปนี้

4.4.3.1 การหา hearing threshold สามารถทำได้ 2 ลักษณะ ดังนี้คือ

ก. descending technique เป็นการปล่อยเสียงที่มีความดังมากจนผู้รับการตรวจได้ยินเข้าไปในหูก่อน แล้วค่อย ๆ ลดความดังของเสียงลงทีละน้อย เรียกว่าวิธีการตรวจแบบลง 10 เดซิเบล ขึ้น 5 เดซิเบล โดยจะลดความดังเสียงลงมาเป็นขั้น ๆ ขั้นละ 10 เดซิเบล เมื่อถึงจุด ๆ หนึ่งผู้รับการตรวจจะไม่ได้ยิน จากนั้นจึงเพิ่มเสียงขึ้นจากจุดที่ไม่ได้ยินนั้นอีก 5 เดซิเบล หากไม่ได้ยินอีกให้เพิ่มทีละ 5 เดซิเบล จนเริ่มได้ยิน แล้วลดเสียงลงไปอีก 10 เดซิเบล ใช้วิธีการตรวจแบบนี้กลับไปกลับมาจนได้จุดที่ผู้รับการตรวจได้ยินบ้างไม่ได้ยินบ้าง (ได้ยิน 50 % ไม่ได้ยิน 50%) จุดนี้คือ hearing threshold วิธีการนี้เป็นวิธีการที่นิยมมากที่สุด (พูนพิศ อมาตยกุลและรจนา ทรรทรานนท์, 2522 : 73-74 ; Diberardinis, 1999 : 849)

ข. ascending technique เป็นวิธีตรงข้ามกับ descending technique คือจะเริ่มต้นจากความดังที่ผู้รับการตรวจไม่ได้ยินก่อนแล้วจึงเพิ่มความดังขึ้นทีละ 10 เดซิเบล จนถึงจุดที่ผู้รับการตรวจเริ่มได้ยิน แล้วลดเสียงลงทีละ 5 เดซิเบล (ขึ้น10 ลง 5 เดซิเบล) ไปเช่นนี้จนได้จุดที่ผู้รับการตรวจได้ยินบ้างไม่ได้ยินบ้าง (ได้ยิน 50 % ไม่ได้ยิน 50%) จุดนี้คือ hearing threshold (พูนพิศ อมาตยกุลและรจนา ทรรทรานนท์, 2522 : 73-74)

4.4.3.2 **วิธีการทดสอบการการได้ยิน** ตามมาตรฐานของ ASHA (1978a) (Silman and Silveman, 1991 : 403-414) มีดังนี้

ก. วิธีการตรวจการได้ยินโดยการนำเสียงทางอากาศ (air conduction) มีขั้นตอนดังนี้

1) อธิบายให้ผู้รับการตรวจเข้าใจถึงวิธีการตรวจและวิธีการตอบสนองต่อการได้ยินเสียงสัญญาณจากเครื่อง

2) สวมที่ครอบหู (ear phone) เริ่มทำการทดสอบในหูข้าง ที่ดีก่อน

3) ตรวจหาค่าระดับเริ่มต้นของการได้ยิน (hearing threshold) ด้วยวิธี descending technique

4) บันทึกค่า (hearing threshold) บนตารางออดิโอแกรม แล้วโยงเส้นเชื่อมต่อกันในแต่ละความถี่ จะได้เป็นเส้นกราฟของระดับการได้ยินเสียงของหูข้างที่ถูกทดสอบ

5) ทำการตรวจด้วยวิธีดังกล่าวข้างต้นในหูอีกข้างหนึ่ง

6) ในการบันทึกผลลงบนออดิโอแกรม ให้ใช้สัญลักษณ์ดังนี้

O วงกลมสีแดง = การนำเสียงทางอากาศ (air conduction) ของหูขวา

X กากบาทสีน้ำเงิน = การนำเสียงทางอากาศ (air conduction) ของหูซ้าย

< สีแดง = การนำเสียงทางกระดูก (bone conduction) ของหูขวา

< สีน้ำเงิน = การนำเสียงทางกระดูก (bone conduction) ของหูซ้าย

ข. วิธีการตรวจการได้ยินโดยการนำเสียงทางกระดูก (bone conduction)

1) วาง bone vibrator บนกระดูก mastoid ให้แนบสนิทไม่สูงหรือต่ำเกินไป โดยไม่ใส่ที่ครอบหู (ear phone)

2) หาระดับ (hearing threshold) เช่นเดียวกับการนำเสียงทางอากาศ แต่ทำเฉพาะความถี่ 250, 500, 1,000, 2,000 และ 4,000 Hz เท่านั้นโดยเริ่มที่ความถี่ 1,000, 2,000 และ 4,000 Hz แล้วกลับมาที่ 1,000 Hz จากนั้นจึงทดสอบต่อที่ความถี่ 500 และ 250 Hz

3) บันทึกค่าที่ได้ บนตารางออดิโอแกรม แล้วโยงเส้นเชื่อมต่อกันในแต่ละความถี่ จะได้เป็นเส้นกราฟของระดับการได้ยินเสียงของหูข้างที่ถูกทดสอบ

สำหรับการตรวจการได้ยินในคลีนิก เป็นการตรวจการได้ยินพื้นฐาน (basic audiometry) เพื่อการวินิจฉัยโรคหรือติดตามผลการรักษา ประกอบด้วย 1) การตรวจการได้ยินโดยใช้คลื่นเสียงบริสุทธิ์ตรวจการนำเสียงทางอากาศ (air conduction, AC) การนำเสียงทางกระดูก (bone conduction, BC) 2) การตรวจโดยใช้เสียงพูด เป็นการตรวจหาระดับเสียงพูดที่เบาที่สุดที่ผู้รับการตรวจเริ่มได้ยิน (speech reception threshold, SRT)และการตรวจความสามารถในการเข้าใจคำพูด (speech discrimination test,SD) 3) การตรวจโดยใช้เสียงรบกวน (masking) จะทำในกรณีที่หูทั้ง 2 ข้างมีระดับการได้ยินต่างกันมาก จึงต้องใช้การกำบัง (masking) หรือใช้เสียงรบกวนกลบในหูข้างที่ดีไว้ เนื่องจากอาจเกิดการข้ามของสัญญาณเสียง (cross hearing) จากหูข้างที่เลวไปยังหูข้างที่ดี ทำให้ได้ผลตรวจดีกว่าระดับการได้ยินที่แท้จริง (สาธิต ชยาภัม, 2542 : DA5-DA6)แต่ในกรณีตรวจการได้ยินใน โรงงานนั้นเป็นการตรวจเพื่อคัดกรอง (screening) เท่านั้นจึงทำการตรวจเฉพาะการนำเสียงทางอากาศ (air conduction, AC) (Diberardinis, 1999 : 849) หากผลการตรวจพบว่ามีการสูญเสียการได้ยิน จึงค่อยทำการส่งต่อแพทย์เฉพาะทางโสต คอ นาสิก โดยมีเกณฑ์การส่งต่อที่กำหนดโดย American Academy of Otolaryngology-Head and Neck Surgery ดังนี้ (สาธิต ชยาภัม, 2543 : 5)

ก. ค่าเฉลี่ยของระดับการได้ยินที่ความถี่ 500, 1,000, 2,000 และ 3,000 Hz มากกว่า 25 เดซิเบล

ข. ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของระดับการได้ยินของหูที่ดีกว่ากับหูที่เสียมากกว่ามีค่า

- มากกว่า 15 เดซิเบล (ที่ความถี่ 500, 1,000, 2,000 Hz)
- มากกว่า 30 เดซิเบล (ที่ความถี่ 3,000, 4,000, 6,000 Hz)

4.4.4 การแปลผลการตรวจ ในการตรวจการได้ยินนั้นทำการตรวจการนำเสียงทางอากาศ (air conduction, AC) และการนำเสียงทางกระดูก (bone conduction, BC) ซึ่งในคนที่มีการได้ยินปกตินั้นการนำเสียงทางอากาศจะต้องดีกว่าการนำเสียงทางกระดูกเสมอ (พูน

พิศ อมาตยกุลและรจนา ทรรทรานนท์, 2522 : 64) ซึ่งสามารถสรุปผลการตรวจได้ดังนี้ (สุภาภรณ์ หลักรอด, 2541 : 129)

4.4.4.1 **การได้ยินปกติ** (normal hearing) คือระดับการได้ยินทั้งการนำเสียงทางอากาศและการนำเสียงทางกระดูก ไม่เกิน 25 เดซิเบล ในทุกความถี่

4.4.4.2 **การสูญเสียการได้ยินชนิดการนำเสียงเสีย** (conductive hearing loss) ผลการตรวจการนำเสียงทางอากาศ ใช้ความดังเกินกว่า 25 เดซิเบล ส่วนผลการตรวจการนำเสียงทางกระดูกมีการรับฟังเสียงในเกณฑ์ปกติ ไม่เกิน 25 เดซิเบล

4.4.4.3 **การสูญเสียการได้ยินชนิดประสาทรับเสียงเสีย** (sensorineural hearing loss) ผลการตรวจการนำเสียงทั้งทางอากาศและทางกระดูกต้องใช้ความดังเกินกว่า 25 เดซิเบล ซึ่งระดับการได้ยินการนำเสียงทางอากาศจะเท่ากับหรือใกล้เคียงกับการนำเสียงทางกระดูก

4.4.4.4 **การสูญเสียการได้ยินแบบผสม** (mixed hearing loss) ผลการตรวจการนำเสียงทั้งทางอากาศและทางกระดูกต้องใช้ความดังเกินกว่า 25 เดซิเบล แต่ระดับการได้ยินทางกระดูกจะดีกว่าทางอากาศ

จากผลการตรวจการได้ยินสามารถสรุปได้ดังตาราง 1.4 ดังนี้

ตาราง 1.4 ผลการตรวจการได้ยิน

TYPE	AC (air-conduction) (dB)	BC (bone-conduction) (dB)	AC-BC gap	SD (speech discrimination test
Normal hearing	<25	<25	no	>90
Conductive HL	>25แต่<70	<25	yes	>90
Sensorineural HL	>25	>25	no	<90
Mixed HL	>25	>25	Yes	<90

หมายเหตุ yes = AC-BC gap >10 , no = ไม่มี AC-BC gap

ที่มา : สาธิต ชยาภัม, 2542 : DA6

นอกจากนี้ในการตรวจการได้ยินยังประกอบด้วยอุปกรณ์การตรวจอื่น ๆ ที่สำคัญคือ ห้องตรวจการได้ยิน (testing room) จะต้องเป็นห้องที่ปราศจากเสียงรบกวน เพื่อไม่ให้เสียงจากภายนอกห้องตรวจเข้าไปมีผลต่อสัญญาณเสียงของเครื่องที่ใช้ตรวจ สามารถแบ่งประเภทของห้องตรวจได้ดังนี้ (พูนพิศ อมาตยกุลและรจนา ทรรทรานนท์, 2522 : 60-61)

ก. ห้องที่เก็บเสียงได้เงียบจริง ๆ เรียกว่า sound proof room

ข. ห้องที่เก็บเสียงได้มากแต่ยังมีเสียงรบกวนปนอยู่บ้าง เรียกว่า sound treated room โดยจำเป็นต้องทำการตรวจวัดระดับเสียงในห้อง เพื่อไม่ให้เกินค่าระดับเสียงสูงสุดที่ยอมให้มีได้ (maximum permissible ambient noise) ตามมาตรฐานของ ANSI S3.1-1960 (R.1971) คือมาตรฐานของห้องที่ใช้ในการตรวจการได้ยินทั่วไปหรือในโรงงานและมาตรฐานของห้องที่ใช้ตรวจเพื่อวินิจฉัย ดังตาราง 1.5

ตาราง 1.5 ค่าระดับเสียงสูงสุดที่ยอมให้มีได้ในห้องตรวจการได้ยิน

ประเภทห้องตรวจ	มาตรฐานระดับเสียง (dB) ที่ความถี่กลาง (center frequency of band) Hz						
	250	500	1000	2000	4000	6000	8000
เพื่อการวินิจฉัย	25	26	30	38	51	52	56
ในโรงงาน	40	40	40	47	57	62	67

ที่มา : รัตนา จิรกาลวิศัลย์และคณะ, 2540 : 9

5. โครงการอนุรักษ์การได้ยิน

การดำเนินงานโครงการอนุรักษ์การได้ยิน มีวัตถุประสงค์เพื่อให้การควบคุมและป้องกันอันตรายจากเสียงดังในสถานประกอบการเป็นไปอย่างถูกต้องเหมาะสมและเพื่อให้การป้องกันการสูญเสียการได้ยินจากการทำงานเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ โครงการอนุรักษ์การได้ยินมีขั้นตอนการดำเนินงานแบ่งออกเป็น 7 ขั้นตอนดังรายละเอียดต่อไปนี้ (สุภาภรณ์ หลักรอด, 2541 : 82-88)

5.1 นโยบายการอนุรักษ์การได้ยิน กำหนดโดยผู้บริหาร ซึ่งจะต้องเห็นความสำคัญและมีส่วนร่วมในโครงการอนุรักษ์การได้ยิน มีการกำหนดนโยบายที่ชัดเจนเป็นลายลักษณ์อักษรที่จะป้องกันคนงานที่สัมผัสกับเสียงดัง $\geq$85 dB(A) โดยดำเนินการให้มีการพัฒนาจัดตั้งและดำรงไว้ซึ่งโครงการอนุรักษ์การได้ยินให้ได้ตามเกณฑ์ของ OSHA 29 CFR 1910.95 Occupational Noise Exposure รวมถึงให้มีการแก้ไขทางวิศวกรรมจนสามารถลดระดับเสียงดังลงมาอยู่ที่ $\geq$85

dB(A) หรือต่ำกว่า ถ้าไม่สามารถจะกระทำได้ในบางพื้นที่หรือทุกพื้นที่ โครงการอนุรักษ์การได้ยินจึงเปลี่ยนไปดำเนินการป้องกันการได้ยินที่ตัวผู้ปฏิบัติงาน

5.2 การตรวจวัดระดับเสียง

5.2.1 การสำรวจเบื้องต้น มีวัตถุประสงค์เพื่อกำหนดบริเวณที่เสี่ยงต่อการได้ยินและเพื่อทราบถึงบริเวณหรือลักษณะงานที่ต้องการการสำรวจที่ละเอียด ซึ่งมีวิธีการสำรวจดังนี้

5.2.1.1 ตรวจวัดระดับเสียงดังเบื้องต้น โดยใช้ sound level meter ชนิด general purpose หรือชนิดสูงกว่าและจัดทำแผนผังโรงงาน

5.2.1.2 กำหนด hazadous noise area ซึ่งได้แก่บริเวณที่เข้าข่ายข้อใดข้อหนึ่งต่อไปนี้

ก. ค่า Leq สูงกว่า 85 dB(A) (82 dB(A) ถ้าคนงานทำงาน 12 ชั่วโมง)

ข. ค่า short intermittent noise สูงกว่า 115 dB(A)

ค. ค่าสูงสุดของเสียงกระแทกสูงกว่า 140 dBpeak

5.2.2 การสำรวจการสัมผัสเสียงของผู้ปฏิบัติงาน มีวัตถุประสงค์เพื่อแจกแจงคนงาน ที่จะนำเข้าโครงการอนุรักษ์การได้ยินและกำหนดระดับเสียงที่คนงานสัมผัสจริงและเทียบเท่า ซึ่งมีวิธีการสำรวจดังนี้

5.2.2.1 personal monitoring เป็นการตรวจเพื่อดูปริมาณการสัมผัสเสียงของคนงาน (noise exposure) โดยใช้เครื่องวัดปริมาณเสียงสะสม (noise dosimeter) ติดที่ตัวคนงานตลอดเวลา 8 ชั่วโมงการทำงาน

5.2.2.2 area monitoring เป็นการตรวจวัด ณ ตำแหน่งที่คนงานทำงาน โดยถ้าพื้นที่ใดมีระดับเสียงสูงกว่า 85 dB(A) หรือ 82 dB(A) สำหรับ 12 ชั่วโมงการทำงาน คนงานในพื้นที่นั้นจะถูกคัดเลือกเข้าโครงการอนุรักษ์การได้ยิน

5.2.2.3 ทำการตรวจวัดผสมผสานทั้งแบบ personal monitoring และ area monitoring

5.2.3 การวัดเสียงอย่างละเอียด (แยกความถี่) มีวัตถุประสงค์เพื่อค้นหาแหล่งกำเนิดเสียงดัง ทราบลักษณะของเสียงเพื่อการทำ noise control ให้ได้ตามเกณฑ์มาตรฐาน/กฎหมายกำหนด โดยใช้เครื่องวัดระดับเสียงชนิดที่1 หรือ 2 อุปกรณ์วิเคราะห์ความถี่ (octave band analyzer) ทำการวัดเสียงดังจากแหล่งกำเนิดเสียงทีละแหล่ง ณ ความถี่ต่าง ๆ

5.3 **การกำหนดมาตรการ/วิธีการควบคุมเสียงดัง** มาตรการสำคัญที่ใช้ในการควบคุมเสียงดัง ได้แก่มาตรการด้านวิศวกรรม การบริหารจัดการและการแพทย์ สำหรับกรณีที่มีมาตรการ/วิธีการควบคุมเสียงดังหลาย ๆ มาตรการ/วิธีการ จะต้องจัดลำดับความสำคัญเพื่อจะได้มาตรการ/วิธีการที่ดีที่สุด ซึ่งเกณฑ์ที่ควรคำนึงถึงคือ ผลในการป้องกันอันตรายต่อการได้ยิน (ลดเสียงได้เท่าไร) ค่าใช้จ่าย ความเป็นไปได้ทางเทคนิคและจำนวนคนที่จะได้รับผลการควบคุมเสียง

5.4 **การให้สุขศึกษาและฝึกอบรม** มีวัตถุประสงค์เพื่อกระตุ้นให้คนงานเข้าร่วมใน โครงการอนุรักษ์การได้ยินอย่างจริงจัง เข้าใจและให้ความร่วมมือในการสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายจากเสียงต่อการได้ยิน สำหรับหัวข้อในการให้สุขศึกษาและฝึกอบรม ได้แก่ นโยบายการอนุรักษ์การได้ยิน อันตรายจากเสียงดัง หูและการได้ยิน การตรวจการได้ยิน การประเมินและควบคุมเสียง/กฎหมาย และการใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายจากเสียง เป็นต้น

5.5 **อุปกรณ์ป้องกันอันตรายจากเสียงต่อการได้ยิน** สำหรับทางปฏิบัติแล้ว การควบคุมเสียงด้วยมาตรการด้านวิศวกรรมอาจต้องใช้เงินลงทุนสูงหรือไม่สามารถนำมาใช้ในระยะเร่งด่วนเพื่อป้องกันการสูญเสียการได้ยิน ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องใช้ที่ครอบหู/ที่อุดหู ซึ่งคุณสมบัติของที่ครอบหู/ที่อุดหูจะต้องสามารถลดเสียงที่คนงานสัมผัสหรือ TWA ให้อยู่ที่ 85 dB(A) หรือต่ำกว่า

5.6 **การตรวจการได้ยิน** ควรจัดให้มี baseline audiograms หรือ annual audiograms สำหรับผู้ปฏิบัติงานที่ทำงานในบริเวณที่เสี่ยงต่อการได้ยินซึ่ง baseline audiograms ควรทำภายใน 6 เดือนแรกที่ต้องสัมผัสระดับเสียงตั้งแต่ 85 dB(A) ขึ้นไปใน 8 ชั่วโมงการทำงาน และในระหว่างที่ยังไม่ได้ทำการตรวจต้องสวมใส่ที่ครอบหู/ที่อุดหู ตลอดเวลาการทำงาน ส่วน annual audiograms ควรทำภายใน 1 ปี หลังจากทำ baseline audiograms โดยก่อนทำการตรวจผู้ปฏิบัติงานต้องหยุดพักการสัมผัสเสียงเป็นเวลา 14 ชั่วโมงและต้องทำการตรวจภายในห้องเงียบตามมาตรฐานกำหนด

5.7 **การจัดทำระบบข้อมูลข่าวสาร** ข้อมูลทุกอย่างตั้งแต่ขั้นตอนที่ 5.1-5.6 ต้องจัดเก็บไว้ในลักษณะที่ง่ายต่อการรวบรวมและค้นหา ซึ่งจะต้องประกอบด้วยชื่อผู้ปฏิบัติงาน งานที่ทำ วัน/เวลาที่ตรวจ ผู้ทำการตรวจ วันสุดท้ายของการปรับความถูกต้องของเครื่องมือตรวจการได้ยิน ผลการตรวจวัดเสียง เป็นต้น

จากการศึกษาการใช้โปรแกรมอนุรักษ์การได้ยินในกลุ่มนักเรียนที่ศึกษาในระดับ 7 , 8, 9 ที่เมืองวิสคอนซิน (Wisconsin) จำนวน 753 คน ทำการศึกษาในช่วงปิดเทอมภาคฤดูร้อน ระหว่างปีค.ศ. 1992-1996 โดยนักเรียนกลุ่มเป้าหมายจำนวน 375 คน จะเข้าร่วมในการใช้โปรแกรม

อนุรักษ์การได้ยิน ซึ่งรายละเอียดของโปรแกรมอนุรักษ์การได้ยินได้แก่ การให้ความรู้ในเรื่องกายวิภาคและสรีรวิทยาของหู การชมวีดีโอเทปเรื่องการสูญเสียการได้ยินในกลุ่มคนวัย หนุ่มสาวที่ทำงานสัมผัสเสียงดังในภาคเกษตรกรรม การส่งจดหมายติดตามจากทางโรงเรียนเป็นระยะ ๆ การวัดระดับความดังเสียง (นักเรียนกลุ่มเป้าหมายเป็นผู้ทำการวัด) ในบริเวณไร่ ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายโดยใช้ sound level meter การเลือกใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายต่อการได้ยินประเภทต่าง ๆและการติดตามทดสอบสมรรถภาพการได้ยินในแต่ละปี ผลการศึกษาพบว่ากลุ่มนักเรียนที่เข้าร่วมในการใช้โปรแกรมอนุรักษ์การได้ยิน มีการสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายต่อการได้ยินสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม คิดเป็นร้อยละ 87.5 : 45 และร้อยละ 80 ของนักเรียนที่เข้าร่วมในการใช้โปรแกรมอนุรักษ์การได้ยินมีความตั้งใจที่จะสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายต่อการได้ยินเมื่อพวกเขาต้องทำงานสัมผัสกับเสียงดังในการทำงานภาคเกษตรกรรมต่อไปในอนาคต (Knobloch and Broste, 1998 : 313-318)

นอกจากนี้เมื่อได้ทำการศึกษาการใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายต่อการได้ยินในกลุ่มผู้ขับรถจักรยานยนต์ เมื่อ ค.ศ 1993 พบว่าคุณลักษณะที่สำคัญของปลั๊กอุดหูที่ได้รับการเลือกใช้ในการป้องกันอันตรายต่อการได้ยินมากที่สุด จะต้องมีคุณสมบัติที่ง่ายต่อการใช้งานและมีราคาถูก (Mccombe, Binnington and Mccombe, 1993 : 465-469) และยังพบว่าปัจจัยที่มีผลต่อความสำเร็จ/อุปสรรค ในการใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายต่อการได้ยินนั้นขึ้นอยู่กับ พฤติกรรมสุขภาพ (health behavior) และวิถีการดำรงชีวิตของแต่ละบุคคล (life style) รวมถึงรูปแบบของการใช้บริการส่งเสริมสุขภาพ (health-promotion model) (Lusk and Kelemen, 1993 189-196 ; Lusk, Renis and Hogan, 1997 : 183-194)

6. การเจ็บป่วยด้วยโรคของหูเนื่องจากเสียงดัง

การเจ็บป่วยด้วยโรคของหูบางชนิดส่งผลให้เกิดความพิการต่อหูโดยตรง คือ ทำให้ สูญเสียการได้ยิน (hearing loss) สามารถแบ่งประเภทของการสูญเสียการได้ยินออกเป็น 5 ประเภท ดังนี้คือ 1) การนำเสียงเสีย (contuctive hearing loss) 2) ประสาทรับเสียงเสีย sensorineural hearing loss) 3) ผสมกันระหว่างแบบที่ 1 และ 2 (mixed hearing loss) 4) ประสาทสมองส่วนกลางเสีย (central hearing loss) 5) ความผิดปกติทางจิตใจ (functional or psychological hearing loss) สำหรับการเจ็บป่วยด้วยโรคของหูเนื่องจากเสียงดัง จัดอยู่ในการสูญเสียการได้ยินชนิดประสาทรับเสียงเสียเนื่องจากเป็นโรคที่มีความผิดปกติของบริเวณหูชั้นใน (cochlea) หรือที่ประสาทรับฟังเสียง(acoustic nerve) ทำให้มีความลำบากในการรับฟังเสียงและ

ที่สำคัญไม่สามารถรักษาให้หายได้ไม่ว่าจะเป็นการใช้ยาหรือการผ่าตัด เรียกการเจ็บป่วยด้วยโรคของหูเนื่องจากเสียงดังนี้ว่า โรคประสาทหูเสื่อมเนื่องจากเสียงดัง (noise induced hearing loss) หรือโรคประสาทหูเสื่อมจากการประกอบอาชีพ (occupational hearing loss) (สุนันทา พลปัถพี, 2538 : 33)

6.1 นิยาม

โรคประสาทหูเสื่อมเนื่องจากเสียงดังหรือโรคประสาทหูเสื่อมจากการประกอบอาชีพ เป็นภาวะการเสื่อมของประสาทหูเนื่องจากการทำงานในที่ที่มีเสียงดัง (อาจเป็นเสียงรบกวนต่อเนื่องหรือเสียงดังเป็นระยะก็ได้) เป็นเวลานานหลายปี อาจเป็นข้างเดียวหรือสองข้าง (สุนันทา พลปัถพี , 2542 : 430)

6.2 องค์ประกอบของเสียงที่ทำให้ประสาทหูเสื่อม ประกอบด้วยปัจจัยสำคัญดังนี้ (Goetsch,1996 : 311-312)

6.2.1 ความเข้มของเสียง (intensity) สามารถวัดได้มีหน่วยเป็นเดซิเบล (dB) โดยการทำงานที่ต้องสัมผัสกับระดับเสียงที่ดังมากก็จะยิ่งทำให้เกิดการเสื่อมของประสาทหูได้มากยิ่งขึ้น จากรายงานความผิดปกติของการได้ยินที่เกิดจากการสัมผัสเสียงดังจากการทำงาน ขององค์การอนามัยโลก (World Health Organization, WHO) เมื่อ ค.ศ 1986 พบว่าการสัมผัสเสียงที่ระดับความดัง $\leq$ 80 dB(A) ตลอดระยะเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมง ยังไม่พบว่าทำให้เกิดความผิดปกติของการได้ยิน แต่ถ้าสัมผัสเสียงดังในระดับตั้งแต่ 85 dB(A) ขึ้นไป ตลอดระยะเวลาการทำงาน มีผลทำให้เกิดความผิดปกติของการได้ยินตามมาได้ โดยการสัมผัสกับระดับเสียงที่ดังมากขึ้นก็ยิ่งส่งผลให้เกิดการสูญเสียการได้ยินเพิ่มมากขึ้น (WHO, 1986 : 167) นอกจากนี้ ISO (International Organization for Standardization) ได้สรุปผลจากการศึกษาการเกิดประสาทหูเสื่อมจากเสียงดัง โดยเปรียบเทียบการสัมผัสเสียงที่ระดับความดัง 90 และ 100 dB(A) พบว่าในระยะเวลาการทำงานที่เท่ากัน (duration of work, year) การสัมผัสกับระดับเสียงที่แตกต่างกัน จะทำให้การเกิดประสาทหูเสื่อมแตกต่างกันด้วย โดยในระดับความดังที่ 100 dB(A) มีการเกิดประสาทหูเสื่อมที่รุนแรงกว่าการสัมผัสเสียงที่ระดับ 90 dB(A) (Dobie, 1995 : 385-391)

6.2.2 ชนิดของเสียง (type of noise) ชนิดของเสียงที่สามารถทำให้เกิดประสาทหูเสื่อมนั้น มีทั้งเสียงที่มีความดังต่อเนื่อง (continuous noise) และเสียงที่ดังไม่เป็นจังหวะ (transient noise) ความแตกต่างของชนิดของเสียงนั้นจะส่งผลให้เกิดอันตรายต่อการได้ยินแตกต่างกัน โดยการสัมผัสเสียงที่ดังอย่างต่อเนื่อง (continuous noise) จะทำให้เกิดการสูญเสียการได้ยินดำเนินไปอย่างช้า ๆ ซึ่งต้องใช้ระยะเวลานานจึงจะสามารถพบความผิดปกติได้ ส่วน

การสัมผัสกับเสียงที่ดังไม่เป็นจังหวะ เช่น เสียงกระแทก (impact noise) ซึ่งเป็นเสียงที่เกิดในระยะเวลาสั้น ๆ แต่ก็เป็นเสียงที่มีระดับความดังเสียงที่ดังมาก สามารถทำให้เกิดการสูญเสียการได้ยินอย่างฉับพลันได้ที่เรียกว่า acoustic trauma จะทำให้มีทำลายของอวัยวะที่ทำหน้าที่รับเสียง (organ of corti) ในบริเวณหูชั้นใน ส่งผลให้เกิดการสูญเสียการได้ยินแบบถาวรได้ (Osguthorpe and Klein, 1991 : 403-404 ; Clark, 1992 : 669-670)

6.2.3 **ระยะเวลาที่ได้รับเสียงต่อวัน (duration of daily exposure)** การที่เสียงจะทำลายประสาทหูของผู้สัมผัสได้มากหรือน้อย ย่อมขึ้นอยู่กับพลังงานของเสียงทั้งหมดที่เข้าสู่หูชั้นใน ดังนั้นนอกจากคุณลักษณะของเสียงแล้ว ระยะเวลาที่ได้รับเสียงก็ถือเป็นปัจจัยสำคัญปัจจัยหนึ่งของการเกิดประสาทหูเสื่อมเช่นกัน (Brookhouser., et al., 1990 : 3185-3190)

6.2.4 **จำนวนปีที่ทำงาน (number of year)** ในสภาพการทำงานที่ต้องสัมผัสกับเสียงดังตลอดเวลา ระยะเวลาการทำงานที่ยาวนาน จะทำให้เกิดการเสื่อมของประสาทหูมากยิ่งขึ้น โดยรายงานของ ISO (International Organization for Standardization) เมื่อ ค.ศ 1999 พบว่าการสูญเสียการได้ยินจะเกิดอย่างรวดเร็วในระยะเวลา 10 ปีแรกของการทำงานสัมผัสกับเสียงดัง และจะดำเนินต่อไปอย่างช้า ๆ เมื่อระยะเวลาการสัมผัสเสียงยาวนานขึ้น (Henderson and Saunders, 1998 : 120-130) จากการสำรวจขององค์การอนามัยโลก (World Health Organization, WHO) เมื่อ ค.ศ 1986 พบว่าถ้าต้องทำงานในสภาพแวดล้อมที่มีระดับความดังเสียง 85 dB(A) เป็นเวลา 5, 10, 15 ปี ทำให้เกิดประสาทหูเสื่อมร้อยละ 1, 3, 5 ตามลำดับ ส่วนที่ระดับความดังเสียง 90 dB(A) เมื่อทำงานเป็นระยะเวลา 5, 10, 15 ปี มีการเกิดประสาทหูเสื่อมเพิ่มเป็นร้อยละ 4, 10, 14 ตามลำดับ และที่ระดับความดังเสียง 95 dB(A) เมื่อทำงานเป็นระยะเวลา 5, 10, 15 ปี ก็ยิ่งเพิ่มการเกิดประสาทหูเสื่อมสูงขึ้นคิดเป็นเป็นร้อยละ 4, 10, 14 ตามลำดับ (WHO, 1986 : 167)

จากการศึกษาการเกิดประสาทหูเสื่อมเนื่องจากเสียงดังในกลุ่มผู้ที่ทำงาน ณ ท่าอากาศยาน Kaohsiung ในไต้หวัน จำนวน 112 คน โดยแบ่งตามแผนกที่ปฏิบัติงานออกเป็น 5 แผนก พบว่าแผนกที่มีความชุกของการเกิดประสาทหูเสื่อมมากที่สุด คือ ช่างซ่อมบำรุง คิดเป็นร้อยละ 65.2 (15 ใน 23 คน) ซึ่งเป็นกลุ่มที่มีระยะเวลาการทำงาน (ค่าเฉลี่ย) สูงกว่าผู้ปฏิบัติงานในแผนกอื่น ๆ (Chen, Chiang and Chen, 1992 : 613-619) เช่นเดียวกับการศึกษาการเกิดประสาทหูเสื่อมในกลุ่มคนงานที่ทำงานในท่าอากาศยาน ประเทศเกาหลี เมื่อ ค.ศ 1998 พบว่า ปัจจัยหนึ่งที่ทำให้เกิดประสาทหูเสื่อมในกลุ่มคนงานที่ทำงานสัมผัสเสียงดังสูงกว่ากลุ่มคนงานที่ไม่สัมผัส คือ

ระยะเวลาการทำงาน โดยกลุ่มคนงานที่สัมผัสเสียงดังจะมีระยะเวลาการทำงาน (ค่าเฉลี่ย) ยาวนานกว่ากลุ่มคนงานที่ไม่สัมผัส คิดเป็น 12.4 : 1.5 ปี (Hong and Chen, 1998 : 67-75)

นอกจากนี้ยังได้มีการศึกษาการเกิดประสาทหูเสื่อมในกลุ่มคนงานที่ทำงานสัมผัสกับเสียงดังในโรงงานอุตสาหกรรมประเภทต่าง ๆ ผลการศึกษาพบว่าระยะเวลาการทำงานที่ยาวนานมากขึ้น ยิ่งส่งผลให้มีการเกิดประสาทหูเสื่อมจากการสัมผัสเสียงดังเพิ่มมากขึ้นตามไปด้วย (นิรมล นราวิวัฒน์, 2542 : 53-63 ; สมจิต พฤกษาริตานนท์และคณะ, 2536 : 336-343 ; วิชัย เอียดเอื้อ และคณะ, 2537 : 1-50 ; ยุวดี ยิ่งยงค์, ศักดิ์ดา ศิริกุลพิทักษ์และดวงสมร ชาติสุวรรณ, 2542 : 1-82 ; ยุวดี ยิ่งยงค์, วิโรจน์ ธนศิริรักษ์และนัยน์ปพร อักษรเผือก, 2543 : 1-84) และเมื่อทำการศึกษาเฉพาะรายในผู้ป่วยอายุ 51 ปี ทำงานเป็นอาจารย์ในโรงเรียนพลศึกษา ในประเทศแคนาดาที่ป่วยเป็นโรคประสาทหูเสื่อมแบบถาวร พบว่ามีประวัติการทำงานที่สัมผัสเสียงดังยาวนานถึง 27 ปี (Jiang, 1997 : 925-926)

นอกจากนี้ยังพบว่ายังมีปัจจัยเสริมอื่นๆที่เกี่ยวข้อง ดังนี้คือ

ก. ความไวของเสียงของแต่ละคน (individual susceptibility) ความไวต่อการสัมผัสเสียงเป็นลักษณะเฉพาะตัวของคนแต่ละคน ซึ่งมีความแตกต่างกัน (WHO, 1986 : 168) นอกจากนี้ยังอาจมีสาเหตุอื่นที่ส่งผลร่วมให้ความไวต่อการสัมผัสเสียงมีความแตกต่างกัน คือ ลักษณะทางกายวิภาคและสรีรวิทยาของหูชั้นนอก ชั้นกลางและชั้นใน (Brookhouser., *et al*. 1990 : 3185-3190)

ข. อายุ (age) จากสภาพตามธรรมชาติของร่างกายมนุษย์นั้น พบว่าการทำงานของอวัยวะต่าง ๆ ของร่างกายจะค่อย ๆ เริ่มเสื่อมลงทีละน้อยตามอายุที่เพิ่มขึ้น เช่นเดียวกับสมรรถภาพการได้ยินซึ่งจะค่อย ๆ เสื่อมลงเมื่ออายุเพิ่มขึ้น (Osguthorpe and Klein, 1991 : 404) การเสื่อมจะเกิดบริเวณเซลล์ขน (hair cells) ในอวัยวะรับเสียง (organ of corti) โดยจะเริ่มเสื่อมที่บริเวณฐานของก้นหอย (basal turn of cochlea) ก่อน ซึ่งเป็นบริเวณที่รับเสียงความถี่สูงได้ดี (สาธิต ชยาภัม, 2528 : 118) เรียกการเสื่อมของประสาทหูนี้ว่า presbycusis

กองอาชีวอนามัย กระทรวงสาธารณสุข ได้ทำการศึกษาการสูญเสียการได้ยินในโรงงานอุตสาหกรรมสิ่งทอ จำนวน 34 แห่ง เมื่อ พ.ศ 2535 พบว่า มีการสูญเสียการได้ยินในคนงานทุกกลุ่มอายุและพบมากที่สุดในกลุ่มคนงานที่มีอายุสูงสุด คือ 41-45 ปี คิดเป็นร้อยละ 73.3 (กองอาชีวอนามัย, 2535 : 1-75)

ค. ผลร่วมของการสูญเสียการได้ยินกับโรคหู การมีประวัติการเจ็บป่วยด้วยโรคของหู เช่น การอักเสบของหูชั้นกลาง (otitis media) โรคหูน้ำหนวก การติดเชื้อของหูชั้นใน การมี

ประวัติเคยได้รับการรักษาด้วย ototoxic drug หรือมีประวัติบุคคลในครอบครัวมีความพิการของประสาทหูแต่กำเนิด ปัจจัยต่าง ๆ เหล่านี้ สามารถส่งผลต่อการเสื่อมของประสาทหูได้เช่นกัน (Koh and Foo, 1997 : 464-465 ; Osguthorpe and Klein, 1991 : 404)

ง. เพศ (gender) ระหว่างเพศชายกับเพศหญิงนั้น พบว่ามีความแตกต่างเพียงเล็กน้อยของระดับการได้ยิน โดยในช่วงอายุระหว่าง 10-20 ปี เด็กผู้ชายจะมีความสามารถในการได้ยินลดลงกว่าเด็กผู้หญิง เมื่อต้องรับฟังเสียงที่มีความถี่สูง และผู้หญิงยังคงมีความสามารถในการได้ยินดีกว่าผู้ชายในช่วงอายุเดียวกัน (Brookhouser., et al., 1990 : 3185-3190)

จ. ประวัติการสูบบุหรี่ (smoking) ผลของการสูบบุหรี่จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของระบบหัวใจและหลอดเลือด ซึ่งไม่มีผลโดยตรงต่อการเกิดภาวะประสาทหูเสื่อม แต่พบว่าการสูบบุหรี่เป็นปัจจัยเสี่ยงที่ทำให้เกิดภาวะประสาทหูเสื่อมได้เช่นกัน จากการศึกษาความสัมพันธ์ของการสูบบุหรี่กับการเกิดประสาทหูเสื่อม เมื่อ ค.ศ 1987 พบว่า กลุ่มคนที่สูบบุหรี่มีความเสี่ยงต่อการเกิดประสาทหูเสื่อมทั้งแบบชั่วคราวและถาวรสูงกว่ากลุ่มคนที่ไม่สูบบุหรี่ (Koh and Foo, 1997 : 460 cite by Barone, 1987 : 741)

6.3 **ชนิดของโรคประสาทหูเสื่อมจากการประกอบอาชีพ** สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด ดังนี้คือ (สุภาภรณ์ หลักรอด, 2541 : 101-102)

6.3.1 **ประสาทหูเริ่มเสื่อมจากเสียงดัง** (registered hearing loss) คือการเกิดประสาทหูเสื่อม ที่ความถี่สูง แต่ยังไม่ทำให้เกิดความผิดปกติในช่วงความถี่ของการสนทนา คือ ค่าเฉลี่ยของระดับการได้ยินด้วยการนำเสียงทางอากาศที่ความถี่ 500, 1,000, 2,000 Hz ไม่เกิน 25 เดซิเบล

6.3.2 **ประสาทหูเสื่อมจากเสียงดัง** (noise induced hearing loss) คือการสูญเสียการได้ยินที่ความถี่สูงและมีความผิดปกติในช่วงความถี่ของการสนทนา คือค่าเฉลี่ยของระดับการได้ยินด้วยการนำเสียงทางอากาศที่ความถี่ 500, 1,000, 2,000 Hz เกิน 25 เดซิเบล

6.4 **ความรุนแรงของการเกิดประสาทหูเสื่อม การสัมผัสเสียงที่ดัง มีผลทำให้เกิดประสาทหูเสื่อม ซึ่งสามารถจำแนกตามความรุนแรง ของการสูญเสียการได้ยิน ดังนี้คือ**

6.4.1 **สูญเสียการได้ยินแบบชั่วคราว** (temporary hearing loss หรือ temporary threshold shift, TTS) การสูญเสียการได้ยินแบบชั่วคราวนี้จะเกิดขึ้นเมื่อหูได้รับเสียงที่ดังสม่ำเสมอและต่อเนื่องที่มีความเข้มสูงถึงระดับอันตราย (100 dB หรือสูงกว่า) อาการนี้มักเกิดร่วมกับมีเสียงดังในหู (tinnitus) ความถี่ของเสียงที่ก่อให้เกิดการสูญเสียการได้ยินเพียงชั่วคราวส่วนใหญ่ คือ ที่ความถี่ 4,000 Hz และ 6,00 Hz นอกจากนี้ระยะเวลาในการรับเสียงจะ

ต้อง นานพอ ปกติการสูญเสียการได้ยินนี้จะเกิดขึ้นภายใน 2 ชั่วโมงแรกของการทำงานและพบว่าการได้ยินของหูจะกลับคืนสู่สภาพปกติได้ภายใน 1 หรือ 2 ชั่วโมง หรืออาจจะเป็นวันหลังจากได้ออกจากบริเวณที่ทำงานที่มีเสียงดังแล้ว (ชัยยุทธ ชวลิตนิธิกุล, 2537 : 170)

6.4.2 **สูญเสียการได้ยินแบบถาวร** (permanent hearing loss or permanent threshold shift, PTS) จะเกิดขึ้นเมื่อหูได้รับเสียงที่มีความเข้มสูงมากเป็นประจำเป็นระยะเวลายาวนานและในขณะเดียวกันก็มีอายุมากขึ้นด้วย ดังนั้นการเกิด PTS ซึ่งเป็นผลการเกิดร่วมกันระหว่างอายุมากขึ้นและทำงานในเสียงดังมานานปี ลักษณะการสูญเสียการได้ยินแบบถาวรนี้จะเหมือนกับการสูญเสียการได้ยินแบบชั่วคราว แต่แตกต่างกันที่การสูญเสียการได้ยินแบบถาวรนี้จะไม่มีโอกาสคืนสู่สภาพการได้ยินปกติได้ รวมทั้งไม่มีทางรักษาให้หายได้เลย ช่วงความถี่ของเสียงที่ทำให้เกิดการสูญเสียการได้ยินแบบถาวร อยู่ระหว่าง 3,000 – 6,000 Hz โดยจะสูญเสียการได้ยินในช่วงความถี่ 4,000 Hz มาที่สุด ซึ่งจะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว ในระยะ 5 – 15 ปีแรกที่ได้รับเสียงดัง หลังจากนั้นจะช้าลงและคงที่จนไม่สามารถรับฟังเสียงที่ความถี่นี้ได้ อาการที่พบในระยะนี้ คือ หูอื้อ มีเสียงดังในหู หรือไม่ได้ยินเสียงไปชั่วระยะหนึ่งหลังจากได้ออกจากบริเวณงานที่มีเสียงดังแล้วส่วนการสูญเสียการได้ยินที่ความถี่ 8,000, 3,000 และ 2,000 Hz จะเกิดตามมาและเกิดช้ากว่าที่ 4,000 Hz นอกจากนี้ถ้าทำงานในที่มีเสียงดังนาน 30 ปี จะทำให้สูญเสียการได้ยินลุกลามถึงความถี่ 1,000 Hz และที่ความถี่ต่ำกว่านี้อย่างเห็นได้ชัด ทำให้ฟังเสียงคำพูดไม่ชัดเจน มีความลำบากในการฟังเสียงพูดมากขึ้น โดยเฉพาะเมื่ออยู่ในสิ่งแวดล้อมที่จอแจ เพราะสูญเสียการได้ยินช่วงที่รับความถี่เสียงพูด 500 – 2,000 Hz ไปด้วย การสูญเสียการได้ยินแบบถาวรนี้ จะเกิดค่อนข้างคล้ายคลึงกันในหูทั้งสองข้าง โดยที่เยื่อแก้วหูยังคงปกติดี (กรรณิการ์ ชาญวนิชวงศ์, 2530 : 525)

6.4.3 **acoustic trauma** เป็นการสูญเสียการได้ยินอย่างฉับพลัน เมื่อได้รับเสียงที่ดังมาก เพียงครั้งเดียว หรือ 2 – 3 ครั้งเท่านั้น เช่น เสียงปืน เสียงระเบิด เสียงพลุ (สุนันทา พลปัถพี, 2542 : 433)

6.5 **พยาธิสภาพ**

โรคประสาทหูเสื่อมเนื่องจากเสียงดังจากการประกอบอาชีพ จะเกิดในหูชั้นในบริเวณอวัยวะที่ทำหน้าที่รับเสียงคือเซลล์ขน (hair cells) โดยการสัมผัสเสียงดังจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางชีวภาพภายในบริเวณ cochlear portion ได้แก่เกิดความผิดปกติของเมตาบอลิซึม ระบบไหลเวียนของเลือดและอิเลคโตรไลต์ตลอดจนเพิ่มการใช้ออกซิเจน มีผลให้เกิดการหดตัวของ spiral vessel ที่เป็นตัวให้ออกซิเจนต่อ organ of corti จึงทำให้เซลล์ขนขาดออกซิเจน เกิด

การเสื่อมหรือตาย ทำให้ไม่สามารถทำหน้าที่ได้ตามปกติเป็นผลให้เกิดการสูญเสียการได้ยินตามมา โดยในระยะแรกจะเป็นการสูญเสียการได้ยินแบบชั่วคราว ซึ่งถ้าหากได้รับเสียงดังกระตุ้นต่อไปจะทำให้เกิดการเสื่อมของเซลล์ขนเพิ่มมากขึ้นและลามไปถึงการเสื่อมของ ganglion cellและประสาทรับเสียง (nerve fiber) เกิดการสูญเสียการได้ยินอย่างถาวร โดยตำแหน่งหรือบริเวณที่ทำให้เกิดการเสื่อมหรือถูกทำลายของ เซลล์ขนมากที่สุด คือที่บริเวณ 9-13 มิลลิเมตรของฐานก้นหอย (cochlea) ซึ่งเป็นบริเวณที่มีความไวที่สุดในการรับเสียงที่ช่วงความถี่ 3,000-6,000 Hz ดังนั้นผู้ที่เป็นโรคประสาทหูเสื่อมเนื่องจากเสียงดังจึงมีลักษณะของการเกิดการสูญเสียการได้ยินมากที่สุดในช่วงความถี่ 3,000-6,000 Hz นอกจากนี้ถ้าได้รับเสียงที่ทำให้เกิด acoustic trauma เช่น เสียงระเบิดจะทำให้แก้วหูแตกหรือขาด กระดูกฆ้อน ทั่ง โกลน ในหูชั้นกลาง หลุดออกจากกัน อวัยวะรับเสียงในหูชั้นใน จะถูกทำลายอย่างมากมาย อาจทำให้เกิดการสูญเสียการได้ยินอย่างรุนแรง ขึ้นได้ (กรรณิการ์ ชาญวนิชวงศ์, 2530 : 525 ; Jerger and Jerger, 1981 อ้างถึงใน สุภา พฤกษานุศักดิ์, 2533 : 19 ; Koh and Foo, 1997 : 459)

6.6 อาการและอาการแสดง อาการของโรคประสาทหูเสื่อมเนื่องจากเสียงดังมีดังนี้ (สาธิต ชยาภัม, 2528 : 122)

6.6.1 ระยะแรก จะเริ่มสูญเสียการได้ยินที่ช่วงความถี่ 3,000 – 6,000 Hz โดยพบว่าความถี่ 4,000 Hz จะเสียก่อนความถี่อื่น

6.6.2 มีเสียงดังรบกวนในหู

6.6.3 ปวดหูหรือเวียนศีรษะร่วมด้วย

6.6.4 การได้ยินจะเสื่อมทีละน้อยเป็นไปอย่างช้าๆ

6.6.5 ตรวจหูด้วย otoscope จะไม่พบสิ่งผิดปกติ

6.6.6 การตรวจวัดการได้ยินจะได้ลักษณะกราฟแบบประสาทหูเสื่อม

จากอาการและอาการแสดงดังกล่าวสามารถแบ่งพัฒนาการของการสูญเสียการได้ยินเนื่องจากเสียงดัง ออกได้เป็น 4 ขั้นตอนดังนี้คือ (จักรกฤษณ์ ศิวะเดชาเทพและศราวุธ สุธรรมาสา, 2536 : 370)

ก. ผู้ที่สัมผัสกับเสียงดัง จะรู้สึกเสียงก้องอยู่ในหู โดยเฉพาะเมื่อเสร็จสิ้นการทำงานใน แต่ละวัน ความรู้สึกเช่นนี้อาจจะเกิดขึ้นในช่วง 10 – 20 วันแรกของการสัมผัสเสียงดัง นอกจากนี้อาจพบว่า ผู้ที่สัมผัสเสียงดัง นอกจากนี้อาจพบว่าผู้ที่สัมผัสบางคนมีอาการปวดหัวเล็กน้อย ร่างกายเหนื่อยและอ่อนเพลีย

ข. ความรู้สึกในเรื่องเกี่ยวกับอาการต่าง ๆ ของผู้สัมผัสจะหายไป การสูญเสียการได้ยินในขั้นนี้จะตรวจพบโดยการตรวจด้วยเครื่องมือตรวจสมรรถภาพการได้ยิน (audiometry) เท่านั้น การพัฒนาในขั้นนี้อาจเกิดขึ้นในระยะ 2 – 3 เดือนแรกของการสัมผัสเสียงหรืออาจกินเวลาหลายปีก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับ

- ระดับความดังเสียง
- ระยะเวลาที่ต้องทำงานในที่ที่มีเสียงดัง
- ความทนต่อการสูญเสียการได้ยินของแต่ละบุคคล

ค. ผู้สัมผัสกับเสียงดัง จะสังเกตตัวเองได้ว่า ความสามารถในการได้ยินของตัวเองนั้นไม่ดีเช่นเดิม เช่นบางคนไม่สามารถจับใจความของทุกใจความในการสนทนากับเพื่อนโดยเฉพาะเมื่อสนทนากันในที่มีเสียงดัง

ง. เป็นขั้นสุดท้ายของการพัฒนาการสูญเสียการได้ยิน ในขั้นนี้ผู้สัมผัสกับเสียงดังจะมีความรู้สึกลำบากที่จะได้ยินเสียงพูด การติดต่อสื่อสารใด ๆ ที่ใช้สัญญาณเสียงจะไม่ได้ผลดี คนที่สูญเสียการได้ยินถึงขั้นนี้จะเป็นที่สังเกตเห็นได้จากเพื่อนร่วมงาน

โดยสรุปลักษณะสำคัญของโรคประสาทหูเสื่อมจากการประกอบอาชีพซึ่งกำหนดโดย The American College of Occupational Medicine (ACOM) Noise and Conservation Committee มีดังนี้ (สุนันทา พลปัถพี, 2542 : 490–431 : Dobie, 1995 : 386)

ก. การสูญเสียการได้ยินเป็นชนิดประสาทหูเสื่อมเนื่องจากมีพยาธิสภาพที่ hair cells ของอวัยวะรับเสียง (organ of corti) ในหูชั้นใน

ข. มักเป็น 2 ข้าง โดยมีรูปแบบของบันทึกการได้ยิน (audiogram) คล้ายกันทั้งสองข้าง

ค. มักไม่มีลักษณะการสูญเสียการได้ยินขั้นรุนแรง (profound hearing loss) มักเสียที่ความถี่ต่ำประมาณ 40 เดซิเบล และความถี่สูงประมาณ 75 เดซิเบล

ง. เมื่อหยุดทำงานในที่ที่มีเสียงดัง การได้ยินจะไม่เสื่อมเพิ่มขึ้น

จ. การมีประสาทหูเสื่อมจากการทำงานในที่ที่มีเสียงดังมาก่อน จะไม่ทำให้หูไวต่อการเสื่อมของการได้ยินมากขึ้น ในขณะที่ระดับการได้ยินเพิ่ม (หูตึงมากขึ้น) อัตราการเสื่อมจะช้าลง

ฉ. การได้ยินเริ่มเสื่อมที่ 3,000 , 4,000 และ6,000 Hz โดยการเสื่อมจะเกิดขึ้นที่ 3,000 , 4,000 , 6,000 Hz บ่อยกว่าที่ 500 , 1,000 และ 2,000 Hz การเสื่อมมักเกิดที่ 4,000 Hz บ่อยที่สุด

ช. ถ้ายังคงทำงานในที่ที่มีเสียงดังต่อไปการเสื่อมที่ 3,000, 4,000 และ 6,000 Hz จะขึ้นถึงจุดสูงสุดในเวลาประมาณ 10-15ปี

ซ. การสัมผัสเสียงดังติดต่อกันยาวนานตลอดปีจะทำให้ประสาทหูเสื่อมรุนแรงกว่าการสัมผัสบ้างหยุดบ้าง ซึ่งหูมีโอกาสได้พักจากการสัมผัสเสียง

6.7 ระบาดวิทยา

อุบัติการณ์การเกิดโรคประสาทหูเสื่อมจากการประกอบอาชีพยังคงเพิ่มสูงขึ้น โดยจัดเป็น 1ใน 10 อันดับแรกของโรคจากการประกอบอาชีพที่พบมากที่สุด (Bahannan., et al. 1993 : 356) จากการสำรวจของ NIOSH (The National Institute for Occupational Safety and Health) พบว่ามีประชากรในวัยแรงงานกว่า 30 ล้านคนที่ทำงานสัมผัสกับเสียงดังในระดับที่เป็นอันตราย (Lusk, 1997 : 397) ในการศึกษาการเกิดโรคประสาทหูเสื่อมจากการประกอบอาชีพในกลุ่มผู้ปฏิบัติงานอาชีพต่าง ๆ นั้นได้มีการดำเนินงานอย่างต่อเนื่องจนถึงปัจจุบัน โดยในรอบ 10 ปีที่ผ่านมา พบว่ามีการศึกษาการเกิดประสาทหูเสื่อมจากการประกอบอาชีพในกลุ่มผู้ปฏิบัติงานอาชีพต่าง ๆ ได้แก่ กลุ่มคนงานที่ต้องสัมผัสเสียงดังในประเทศสหรัฐอเมริกา ผู้ที่ทำงาน ณ ท่าอากาศยานในไต้หวัน ผู้ประกอบอาชีพนักแข่งรถจักรยานยนต์ คนงานในอุตสาหกรรมเหล็กกล้า กลุ่มคนงานที่สัมผัสเสียงดัง ในประเทศเกาหลี และกลุ่มผู้ประกอบอาชีพที่ต้องสัมผัสกับเสียงดังจากดนตรีในสถานที่ต่าง ๆ เช่น นักแข่งม้า บาร์เทนเดอร์ พนักงานเสริฟ เจ้าหน้าที่รับ-จ่ายเงิน เจ้าหน้าที่รักษาความปลอดภัย ผลการศึกษา พบว่ากลุ่มผู้ปฏิบัติงานดังกล่าวมีความชุกของการเกิดประสาทหูเสื่อม คิดเป็นร้อยละ 85, 41.9, 45, 18.2, 49.4, และ 41.9 ตามลำดับ (Barrs., et al., 1991 : 177-184 ; Chen, Chiang and Chen, 1992 : 613-619 ; Mccombe and Binnington, 1994 : 35-37 ; Benavides, 1997 : 1026-1031 ; Hong, Chen and Conrad, 1998 : 67-75 ; Lee, 1999 : 571-574)

สำหรับในประเทศไทยได้มีการศึกษาการเกิดโรคประสาทหูเสื่อมจากการประกอบอาชีพมาโดยตลอดจนถึงปัจจุบัน ดังจะเห็นได้จากการศึกษาในกลุ่มผู้ประกอบอาชีพต่าง ๆ ดังนี้คือ โรงงานน้ำตาล โรงงานสิ่งทอ โรงงานกระดาษ โรงงานผลิตน้ำยางข้น โรงงานผลิตไม้แปรรูปและกลุ่มโรงงานในจังหวัดสงขลา เป็นต้น พบว่ามีความชุกของการเกิดประสาทหูเสื่อมคิดเป็นร้อยละ 57.5, 55.74, 25.6, 39.5, 37.3 และ30.6 ตามลำดับ (กฤษณา เลิศสุขประเสริฐและพัชรีพร เรืองจิระชูพร, 2532 : 199-206 ; พนมพันธ์ ศิริวัฒนนุกูลและอนันต์ สว่างจิต, 2537 : 103-114 ; นิรมล นราวิวัฒน์, 2542 : 53-63 ; ยุวดี ยิ่งยงค์, ศักดิ์ดา ศิริกุลพิทักษ์และดวงสมร ชาติสุวรรณ,

2542 : 1-82 ; ยุวดี ยิ่งยงค์, วิโรจน์ ธนศิริรักษ์และนัยน์ปพร อักษรเผือก, 2543 : 1-84 และวิชัย เอียดเอื้อและคณะ, 2537 : 1-50)

นอกจากการทำงานที่สัมผัสเสียงดัง จะทำให้เกิดประสาทหูเสื่อมดังได้กล่าวแล้ว ยังมีผลกระทบทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงด้านสุขภาพทั่วไปของร่างกาย โดยทำให้การทำงานของร่างกายที่ควบคุมด้วยระบบประสาทอัตโนมัติ (autonomic nervous system) เปลี่ยนแปลงเช่นระบบหัวใจและหลอดเลือด เกิดการเต้นของหัวใจ (heart rate) และชีพจรเปลี่ยนแปลง ส่งผลทำให้เส้นเลือดหดตัวและความดันโลหิตสูงขึ้น (Koh and Foo, 1997 : 460-461 ; Lichtenwalner and Micheal, 1999 : 845-846) อีกทั้งทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของระบบย่อยอาหาร ต่อมต่าง ๆ และกล้ามเนื้อทำงานไม่ปกติ มีความรู้สึกเหนื่อย อ่อนเพลียง่าย ประสิทธิภาพในการทำงานลดลง สำหรับผู้ที่ทำงานในที่เสียงดังและเป็นเสียงที่มีความถี่ต่ำจะทำให้เกิดการสั่นสะเทือนต่อกระดูกไขสันหลังเมื่อทำงานเป็นเวลานานปีเป็นผลให้เกิดโรคปวดหลัง ทรวงอก โพรงจมูกและคอสั่นสะเทือน แก้วหูสั่นสะเทือน และรู้สึกมีแรงดันภายในหูชั้นกลาง โดยเฉพาะคนงานที่ใช้เครื่องมือขุดเจาะอัดแรงลมในการทำงาน (Kryter, 1976 : 531-546 อ้างถึงในกรรณิการ์ ชาญวนิชวงศ์, 2530 : 525-526) นอกจากนี้เสียงดังยังมีผลต่อจิตใจทำให้เกิดความรำคาญ รบกวนการทำงานเกิดความเครียดหรือบางรายทำให้เกิดความกลัว โกรธ นอนไม่หลับเพราะเสียงรบกวน (Mccandless and Butler, 1983 : 707)

วัตถุประสงค์

วัตถุประสงค์หลัก

1. เพื่อศึกษาระดับความดังเสียงในสิ่งแวดล้อมการทำงานและระดับความดังเสียงสะสมที่ผู้ปฏิบัติงานสัมผัสตลอดระยะเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมง
2. ค้นหาความชุกของการเกิดโรคประสาทหูเสื่อมจากการประกอบอาชีพและรายป่วยใหม่ที่เพิ่มขึ้นหลังการสำรวจในปีพ.ศ. 2541 ของผู้ปฏิบัติงานแผนกจ่ายผ้ากลาง โภชนาการและวิศวกรรมซ่อมบำรุง โรงพยาบาลสงขลานครินทร์

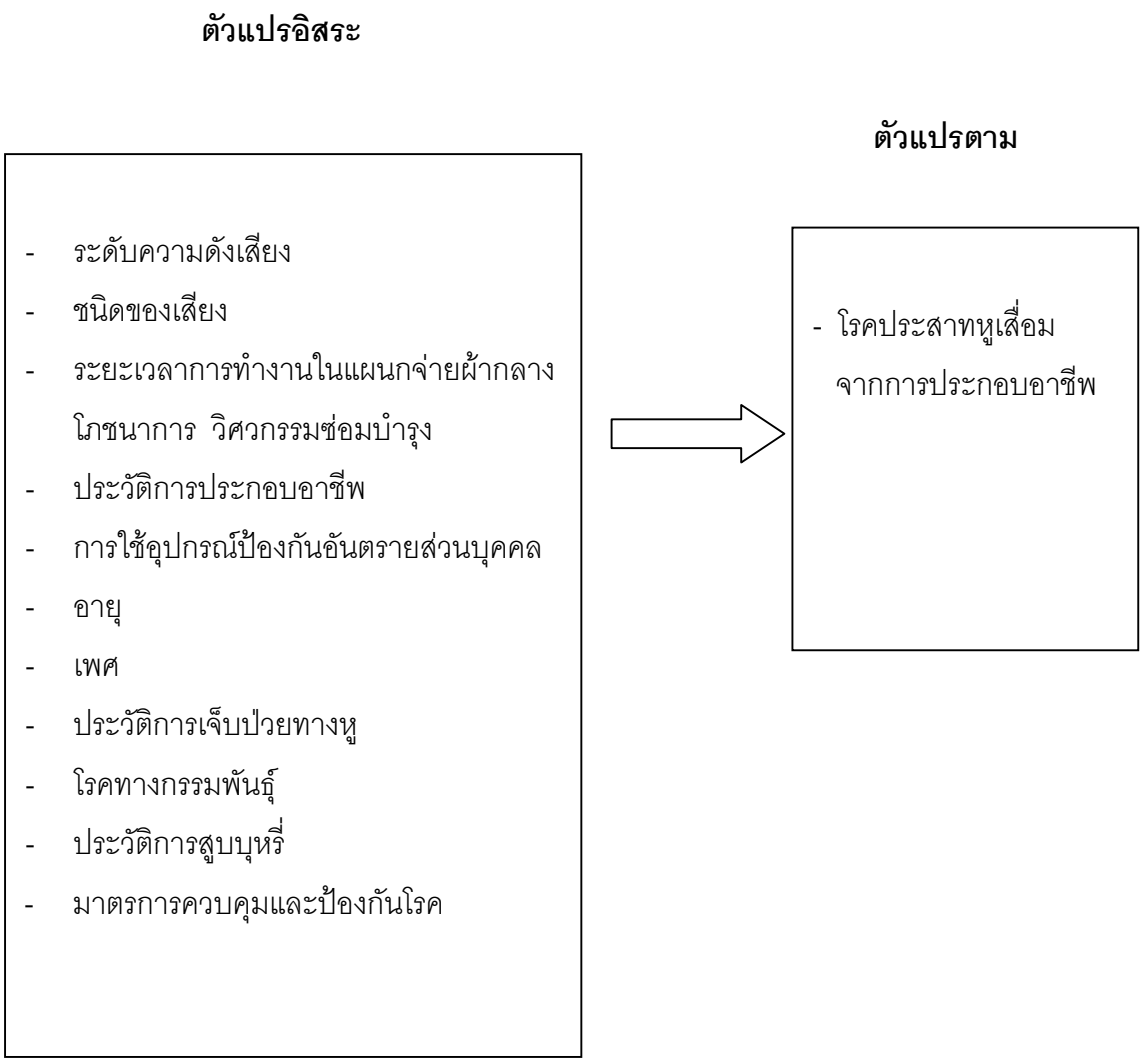
วัตถุประสงค์รอง

1. ค้นหาปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดโรคประสาทหูเสื่อมจากการประกอบอาชีพของผู้ปฏิบัติงาน แผนกจ่ายผ้ากลาง โภชนาการและวิศวกรรมซ่อมบำรุง โรงพยาบาลสงขลานครินทร์
2. เพื่อประเมินมาตรการด้านการควบคุมและป้องกันโรคประสาทหูเสื่อมจากการประกอบอาชีพที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน

คำถามการวิจัย

1. ระดับความดังเสียงในสิ่งแวดล้อมการทำงานและระดับความดังเสียงสะสมที่ผู้ปฏิบัติงานสัมผัสตลอดระยะการทำงาน 8 ชั่วโมง เป็นเท่าไร สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานหรือไม่
2. ความชุกของการเกิดโรคประสาทหูเสื่อมจากการประกอบอาชีพและร้อยละของรายป่วยใหม่ที่เพิ่มขึ้นหลังการสำรวจในปี พ.ศ. 2541 เป็นเท่าไร
3. ปัจจัยใดบ้างที่มีผลต่อการเกิดโรคประสาทหูเสื่อมจากการประกอบอาชีพของผู้ปฏิบัติงาน
4. มีมาตรการควบคุมและป้องกันเสียงดังจากการทำงานในปัจจุบันอย่างไร

กรอบแนวคิด



ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เป็นข้อมูลพื้นฐานในการติดตามขนาดและความรุนแรงของการเกิดโรคประสาทหูเสื่อมจากการประกอบอาชีพของผู้ปฏิบัติงานแผนกจ่ายผ้ากลาง โภชนาการและวิศวกรรมซ่อมบำรุง โรงพยาบาลสงขลานครินทร์

2. เป็นแนวทางในการกำหนดมาตรการควบคุม และป้องกันการเกิดโรคประสาทหูเสื่อมจากการประกอบอาชีพได้อย่างเหมาะสม

ขอบเขตของการวิจัย

เป็นการศึกษาระดับความดังเสียง ค้นหาความชุกของการเกิดโรคประสาทหูเสื่อมจากการประกอบอาชีพและรายป่วยใหม่ที่เพิ่มขึ้นหลังการสำรวจในปี พ.ศ. 2541 ของผู้ปฏิบัติงานแผนกจ่ายผ้ากลาง โภชนาการและวิศวกรรมซ่อมบำรุง โรงพยาบาลสงขลานครินทร์ ในระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2544 – เมษายน 2545