บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

คำจำกัดความที่ใช้

1. **ช่างซ่อมเครื่องบิน** หมายถึง เจ้าหน้าที่ช่างอากาศของกองทัพอากาศไทย ที่ปฏิบัติงานในกองบิน 6 (ดอนเมือง) และมีหน้าที่ซ่อมเครื่องบินประเภทต่าง ๆ

2. **การได้ยิน**

2.1 ระดับการได้ยิน หรือขีดเริ่มการได้ยิน (hearing threshold) หมายถึง ระดับเสียงที่เบาที่สุดที่สามารถได้ยิน จากการตรวจวัดโดยวิธีตรวจการนำเสียงทางอากาศ (air conduction testing) ที่ความถี่ 500, 1000, 2000, 3000, 4000, 6000 และ 8000 เฮิรตซ์ มีหน่วยเป็น เดซิเบล (dB HL)

2.2 การได้ยินปกติ (normal hearing) หมายถึง ระดับการได้ยินเสียง หรือขีดเริ่มการได้ยินเสียง โดยวิธีตรวจการนำเสียงทางอากาศที่ความถี่ 500, 1000, 2000, 3000, 4000, 6000 และ 8000 เฮิรตซ์ มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 25 เดซิเบล (dB HL)

2.3 การสูญเสียการได้ยิน (hearing loss) หมายถึง ระดับการได้ยินเสียง หรือขีดเริ่มการได้ยินเสียง โดยวิธีตรวจการนำเสียงทางอากาศโดยเฉลี่ยที่ความถี่ 500, 1000 และ 2000 เฮิรตซ์ มีค่ามากกว่า 25 เดซิเบล (dB HL) หรือระดับการได้ยินเสียงที่ความถี่ใดความถี่หนึ่ง ระหว่าง 500-8000 เฮิรตซ์ มีค่ามากกว่า 25 เดซิเบล (dB HL)

2.4 dB HL (decibel in hearing level) หมายถึง ระดับเสียง มีหน่วยเป็นเดซิเบล อ้างอิงกับระดับการได้ยินโดยใช้เครื่องมือตรวจวัดระดับการได้ยิน

อิทธิพลของเสียงต่อการได้ยินของมนุษย์

เสียง (sound) คือ พลังงานที่เกิดขึ้นจากความสั่นสะเทือนของโมเลกุลอากาศ ทำให้เกิดการแปรเปลี่ยนความดัน และเกิดคลื่นตามยาวผ่านอากาศไปสู่อวัยวะรับฟังเสียง คือ หู (คณะอนุกรรมการวิชาการสิ่งแวดล้อมเรื่องเสียง, 2524)

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เสียงเป็นพิษ หรือ เสียงรบกวน (noise) หมายถึง เสียงที่ไม่พึงปรารถนา หรือเกินขีดความสามารถของโสตประสาทจะรับได้ (กรมอนามัย, 2535) การได้รับฟังเสียงที่มีระดับสูง ๆ สามารถเกิดผลกระทบได้โดยตรงต่อผู้ได้ยิน ทั้งทางร่างกายและจิตใจ โดยเฉพาะต่อระบบรับฟังเสียงหรือระบบการได้ยิน คือ มีผลทำให้หูเกิดการสูญเสียการได้ยิน หรืออาจมีผลต่อสุขภาพทั่วไปและจิตใจ คือ ทำให้เกิดความรำคาญ รบกวนการทำงาน และประสิทธิภาพการทำงาน รบกวนการสื่อสารและการนอนหลับ รวมทั้งทำให้เกิดความตึงเครียดจนอาจทำให้เกิดโรคทางกายต่าง ๆ หรืออาจกระตุ้นอาการทางประสาทซึ่งแอบแฝงอยู่ในบุคคลนั้นให้ปรากฏขึ้น (สาธิต ชยาภัม, 2528) จากการศึกษาต่าง ๆ ที่ได้กระทำมาแล้วเป็นที่แน่ชัดว่า อันตรายของเสียงได้เกิดมีขึ้นอย่างแน่นอน ทั้งเสียงดังจากโรงงานต่าง ๆ ยวดยานพาหนะ และสถานเริงรมย์เป็นต้น ผลจากการสำรวจโรงงานต่าง ๆ เช่น โรงงานทอผ้า โรงงานปั่นฝ้าย โดยกรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข ในปี พ.ศ. 2514 และ 2515 จำนวน 33 โรงงาน พบว่า โรงงานต่าง ๆ เหล่านั้น ได้ก่อให้เกิดเสียงดังถึงระดับอันตราย (คณะอนุกรรมการวิชาการสิ่งแวดล้อมเรื่องเสียง, 2524) จากการศึกษาของ Grabowski และ Miller (1977) พบว่า ระดับเสียงเฉลี่ยในโรงงานตีเหล็กที่มากกว่า 100 เดซิเบล (เอ) นั้นมีผลต่อการได้ยินของคนงานตีเหล็ก สอดคล้องกับ Chung, Gannon, Willson และ Mason (1981) ; Talbott, Brink, Burks, Palmer, Engberg, Cioletti และ Inman (1996) ที่ได้รายงานการสูญเสียการได้ยินของบุคคลอาชีพต่างๆ กัน ซึ่งล้วนแต่เป็นอาชีพที่อยู่ในสถานที่ที่มีเสียงดัง และเป็นผลให้มีการสูญเสียการได้ยินที่ความถี่สูง ๆ นอกจากนี้ ยังพบการสูญเสียการได้ยินขั้นเล็กน้อยถึงปานกลาง ในกลุ่มทหารที่สัมผัสเสียงดัง 3 กลุ่ม ได้แก่ ทหารราบ ทหารปืนใหญ่ และทหารยานเกราะ (Pelausa, Abel and Dempsey, 1995) สำหรับประเทศไทย ได้ศึกษาสภาพการได้ยินของคนงานโรงงานอัดมันเม็ด ศรีราชา โดยนัยนา นักรบไทย (2534) พบว่า มีคนงานที่ประสาทหูเริ่มสูญเสียการได้ยินจากเสียงร้อยละ 52.30 และการสูญเสียการได้ยินเด่นชัดที่ความถี่ 6000 เฮิรตซ์มากกว่าความถี่อื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้การศึกษาสภาพการได้ยินของนักเรียนนายเรืออากาศ บ่งชี้ว่านักเรียนนายเรืออากาศมีการสูญเสียการได้ยินจากเสียงร้อยละ 10.25 และการสูญเสียการได้ยินมีความรุนแรงที่ความถี่ 6000 เฮิรตซ์ (สุภา พฤกษานุศักดิ์, 2533) ในขณะที่สภาพการได้ยินของนักเรียนนายร้อย โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า ก็ได้ผลการศึกษาใกล้เคียงกัน คือ นักเรียนนายร้อยมีการสูญเสียการได้ยินจากเสียงร้อยละ 18.97 และที่ความถี่ 6000 เฮิรตซ์ มีการสูญเสียการได้ยินมากที่สุดแตกต่างจากความถี่อื่น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (พัชนีพร เกษตรเวทิน, 2533)

เสียงของเครื่องบิน

เครื่องบิน หรือ อากาศยาน นับเป็นแหล่งกำเนิดของมลภาวะทางเสียงแหล่งหนึ่งที่มนุษย์สร้างขึ้น โดยเสียงของเครื่องบินนั้นจัดได้ว่าเป็นเสียงที่มีลักษณะไม่ต่อเนื่อง คือ เป็นเสียงแบบกระแทกที่ดังมาก เป็นจังหวะหรือเป็นครั้งคราว (repeated impact noise) และเป็นเสียงแหลมเล็กที่เกิดติดต่อกัน (narrow band noise) แล้วแต่ชนิดของเครื่องบิน โดยจะมีเสียงดังมากในขณะกำลังบินอยู่เหนือศีรษะ หรือในขณะบินขึ้น-ลง บริเวณสนามบิน จากการตรวจวัดระดับเสียงในบริเวณสนามบินต่าง ๆ พบว่าระดับเสียงเฉลี่ยของสนามบินนานาชาติโคโตกา ประเทศกานา มีค่าอยู่ระหว่าง 65 เดซิเบล (เอ) ถึง 109 เดซิเบล (เอ) (Fiake, 1993) ส่วนสนามบินคาเดนาของกองทัพอากาศสหรัฐอเมริกา ในประเทศญี่ปุ่น มีระดับเสียงเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 75 เดซิเบล (เอ) ถึงมากกว่า 95 เดซิเบล (เอ) (Ito, Hiramatsu, Taira, Nakasone and Yamamoto, 1994) สำหรับในประเทศไทย กองจัดการคุณภาพอากาศและเสียง ได้ให้ความร่วมมือตรวจสอบระดับเสียงในพื้นที่หน่วยงานต่าง ๆ ของกองทัพอากาศ รวมทั้งหมด 10 แห่ง พบว่า หน่วยงานที่มีระดับเสียงเฉลี่ย 24 ชั่วโมง เกิน 70 เดซิเบล (เอ) จะตั้งอยู่ใกล้สนามบิน และมีแหล่งกำเนิดเสียงจากอากาศยานโดยตรง เช่น จากการบินขึ้น-ลง และบินผ่าน รวมทั้งเสียงจากการทดสอบเครื่องยนต์ของเครื่องบิน (กรมควบคุมมลพิษ, 2538)

แหล่งกำเนิดเสียงที่สำคัญของเครื่องบิน มาจากเครื่องยนต์ ใบพัด และการเคลื่อนที่ของเครื่องบินผ่านอากาศ ซึ่งเสียงดังจากใบพัด จะขึ้นอยู่กับจำนวนใบพัด และความเร็วรอบในการหมุน รวมทั้งการสั่นสะเทือนของใบพัด และลมหมุน (eddies) ที่เกิดขึ้นตรงปลายใบพัด ส่วนเสียงจากเครื่องยนต์นั้นขึ้นอยู่กับจำนวนลูกสูบ กำลังเครื่องยนต์ และความยาวของท่อไอเสีย (USAF School of Aerospace Medicine, 1956) ทั้งนี้ เครื่องบินแต่ละประเภท ได้แก่ เครื่องบินไอพ่น เครื่องบินใบพัด และเครื่องบินเฮลิคอปเตอร์ จะก่อให้เกิดเสียงดังต่าง ๆ กันไป โดยเครื่องบินไอพ่นจะให้เสียงดังมากกว่า และทำความรบกวนมากที่สุดด้วยปริมาณเสียงแหลมที่มีความถี่สูงของเครื่องอัดอากาศ (compressor) และเสียงไอพ่น (jet noise) ที่เป็นลำก๊าซความเร็วสูงมากระทบกับอากาศภายนอกที่อยู่นิ่ง (วันชัย โพธิ์พิจิตร, 2522) ดังนั้น การทดสอบเครื่องยนต์ของเครื่องบินไอพ่น จึงทำให้มีระดับเสียงที่ดังมากกว่าเครื่องบินใบพัดและเครื่องบินเฮลิคอปเตอร์ เนื่องจากเครื่องบินไอพ่นก่อให้เกิดเสียงดังที่มากกว่า 130 เดซิเบล(เอ) และเกินกว่าขีดเริ่มของความเจ็บปวด [Ribak, Rayman and Froom (eds), 1995] ทั้งนี้ เครื่องบินไอพ่นยังสามารถแบ่งตามประเภทของเครื่องยนต์ได้เป็น เครื่องยนต์แบบ turbojet และเครื่องยนต์แบบ turbofan (Raney and Cawthorn, 1979) สำหรับเครื่องบินเฮลิคอปเตอร์นั้นมีลักษณะของเสียงที่ต่างออกไป คือ เป็นเสียงกระแทก (impulsive) หรือ

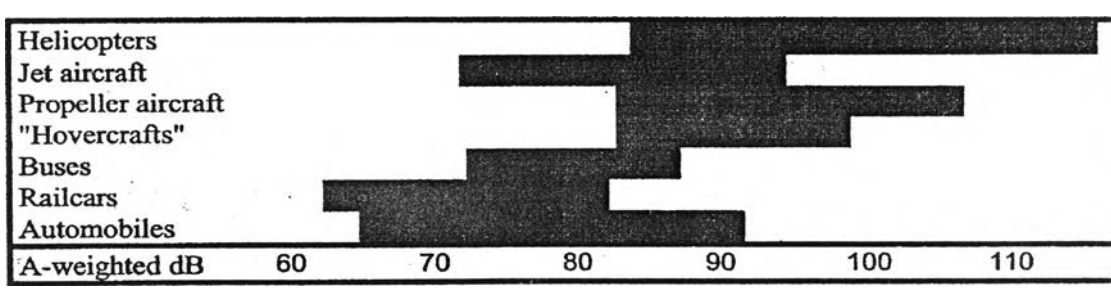
ที่เรียกว่า "blade-slap" (Ohshima and Yamada, 1993) ซึ่งเกิดจากการหมุนของใบพัด ทำให้เกิดเสียงดังที่รุนแรงมาก (Kaminski, 1993) และระยะเวลาของการเกิดเสียงกระแทกนั้นยาวนาน (Ohshima and Yamada, 1993)

จากรายงานระดับเสียงของเครื่องบินบางประเภท โดยการสำรวจของ Consumer Association (CA) ในปี 1974 นั้นมีค่าเกินกว่ามาตรฐานระดับเสียงของเครื่องบินขณะวิ่งขึ้น (take-off) ที่ British Airports Authoriry (BAA) สามารถยอมรับได้ (Dix, 1981) ดังแสดงไว้ในตารางที่ 2.1 รวมทั้งรายงานเปรียบเทียบระดับเสียงภายในเครื่องบินแต่ละประเภทกับยานพาหนะอื่น ๆ ก็พบว่า ระดับเสียงภายในเครื่องบิน ทั้งเครื่องบินเฮลิคอปเตอร์ เครื่องบินไอพ่น เครื่องบินใบพัด และเครื่องบิน hovercrafts นั้นมีค่าสูงกว่าระดับเสียงภายในของยานพาหนะประเภทอื่น ดังรูปที่ 2.1 (Bisio, Magrini and Ricciardi, 1999)

ตารางที่ 2.1 ระดับเสียงของเครื่องบินประเภทต่าง ๆ

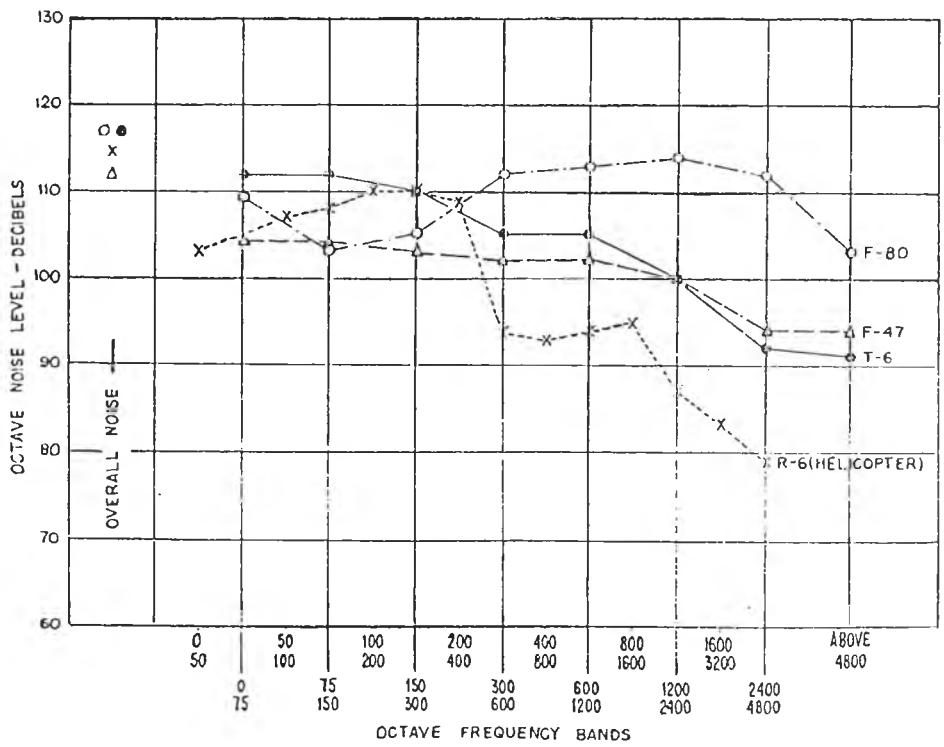
ประเภทของเครื่องบิน	ปีที่ใช้	ระดับเสียง (PNdB) จากการสำรวจของ CA ในปี 1974	ระดับเสียง (PNdB) ขณะวิ่งขึ้น ที่ BAA ยอมรับ
VC-10	1965	110.6	
DC-8	1967	112.4	114.0
Boeing 707	1967	115.4	114.5
Boeing 737	1967	110.7	
Boeing 727	1967	112.9	112.0
DC-9	1968	111.7	108.0
BAC 111	1968	119.0	
HS Trident 3	1971	119.5	
Boeing 747	1972	114.7	114.0
DC-10	1971	110.6	100.0
Lockheed Tristar 1093	1973	105.1	

ที่มา : Dix (1981)



รูปที่ 2.1 ระดับเสียงภายในเครื่องบินและยานพาหนะประเภทต่าง ๆ (Bisio et al., 1999)

นอกจากนี้ USAF School of Aerospace Medicine (1956) ยังได้รายงานระดับเสียงที่แต่ละความถี่ ของเครื่องบินทหารประเภทต่าง ๆ ได้แก่ เครื่องบิน F-80, F-47, T-6 และ R-6 (helicopter) ไว้ดังรูปที่ 2.2 สำหรับประเทศไทย ได้มีรายงานการสำรวจเสียงจากเครื่องบินที่บริเวณสนามบินดอนเมือง พบว่า เครื่องบินทหารแบบ C130, C123, C47, C33 และ F-5 มีระดับเสียงระหว่าง 102-120, 105-120, 90-109, 90-104 และ 94-112 เดซิเบล(เอ) ตามลำดับ (สมศรี วิสมิตะนันท์, ชัยรัตน์ คุณประเสริฐ และไพจิตต์ ศิริโพธิ์, 2519) นอกจากนี้ยังพบว่าระดับเสียงที่พื้นดินในระยะห่าง 100 เมตร ที่ความถี่ต่าง ๆ ของเครื่องบินไอพ่น A310 ขณะวิ่งขึ้นนั้นมีค่าระหว่าง 95.9-110.5 เดซิเบล (Royal Thai Air Force, 1989) ซึ่งแสดงไว้ในตารางที่ 2.2 และรายงานระดับเสียงเครื่องยนต์ของเครื่องบิน AN26 ที่ความเร็วรอบ 16,000 เฮิรตซ์ โดยทำการวัดที่ระยะห่าง 10 เมตร มีค่าสูงถึง 130 เดซิเบล(เอ) ซึ่งเกินขีดเริ่มของความเจ็บปวด (Ninh, 1999) ดังนั้น บุคคลที่น่าจะได้รับผลจากเสียงของเครื่องบินจึงน่าจะเป็นคนที่ทำงานเกี่ยวข้องกับเครื่องบินโดยตรง ทั้งนี้ ช่างซ่อมเครื่องบินก็เป็นอาชีพหนึ่งที่มีความจำเป็นต้องทำการทดสอบเครื่องยนต์และอยู่ใกล้แหล่งกำเนิดเสียงที่มีเสียงดังขณะทำงาน จึงอาจเกิดผลกระทบต่อระดับการได้ยินได้



รูปที่ 2.2 ระดับเสียงจำแนกตามความถี่ของเครื่องบินทหาร (USAF School of Aerospace Medicine, 1956)

ตารางที่ 2.2 ระดับเสียงของเครื่องบิน A310 จำแนกตามความถี่

ความถี่ (เฮิรตซ์)	ระดับเสียง (เดซิเบล)		
	45° จากท่อไอเสีย	40° จากท่อไอเสีย	50° จากท่อไอเสีย
63	108.2	110.5	106.3
125	109.4	110.9	108.1
250	107.2	107.7	106.7
500	103.4	103.3	103.4
1000	100.0	99.9	100.2
2000	98.7	98.3	102.5
4000	96.2	95.9	98.2
8000	97.9	96.7	100.1

หมายเหตุ ระดับเสียงที่ 45° คือ ค่าเฉลี่ยของระดับเสียงที่ 40° และ 50°

ที่มา : Royal Thai Air Force (1989)

นอกจากนี้ การได้รับเสียงดังจากเครื่องบินเป็นระยะเวลานาน อาจเป็นผลทำให้มนุษย์เกิดความเดือดร้อนรำคาญ ซึ่งเสียงของเครื่องบินจะเป็นตัวกระตุ้นทำให้ร่างกายเกิดปฏิกิริยาต่าง ๆ ขึ้น ดังเช่นการทดลองของ Ploeng และ Schuller (1993) ที่ได้ทำการศึกษาในห้องปฏิบัติการ เพื่อทดสอบระดับเสียงต่าง ๆ ของเครื่องบินที่มีผลต่อการนอนหลับ พบว่าระดับเสียงที่ดังมากกว่า 60 เดซิเบล(เอ) นั้นมีผลต่อการนอนหลับของคนที่มีอายุมากกว่า 71 ปี โดยที่ผู้ชายจะมีผลตอบสนองต่อเสียงของเครื่องบินมากกว่าผู้หญิง และการตอบสนองต่อเสียงของเครื่องบินนั้นจะเกิดขึ้นรุนแรงในชั่วโมงแรก และชั่วโมงสุดท้ายของการนอนหลับ (Horne, Pankhurst, Reyner, Hume and Diamond, 1994) ซึ่งจากการศึกษาเพิ่มเติมของ Horne, Reyner, Pankhurst และ Hume (1995) พบว่า เสียงของเครื่องบินมีผลทำให้เกิดการปิด-เปิดของเปลือกตาอย่างรวดเร็ว นอกจากนี้เสียงของเครื่องบินที่มีความถี่สูง มีผลทำให้เกิดความเจ็บป่วยทางจิต (mental diseases) เช่น อาการซึมเศร้า ก้าวร้าว และโรคเส้นประสาท (Ito et al., 1994) รวมทั้งอาจเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดการฆ่าตัวตาย ซึ่งมีแนวโน้มที่เพิ่มมากขึ้นกว่า 100% ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.99 สำหรับคนที่มีอายุระหว่าง 45-54 ปี ที่สัมผัสเสียงดังจากเครื่องบิน (Meecham and Shaw, 1993)

การสูญเสียการได้ยินเนื่องจากเสียงของเครื่องบิน

เสียงจากเครื่องบินที่มีความดังระหว่าง 100-140 เดซิเบล ถือเป็นมลพิษทางเสียงประเภทหนึ่งที่ก่อให้เกิดอันตรายแก่ระบบรับฟังเสียง โดยคนที่อาศัยอยู่ในบริเวณที่ได้รับเสียงดังจากเครื่องบินที่บินผ่านซึ่งสามารถวัดระดับเสียงได้ถึง 125 เดซิเบล(เอ) นั้นมีการสูญเสียการได้ยินที่ความถี่ 3000 และ 4000 เฮิรตซ์ มากกว่ากลุ่มที่ไม่ได้สัมผัสเสียงดังจากเครื่องบินอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Ising et al., 1993) นอกจากนี้การศึกษาของ Wu, Lai, Shen, Yu และ Chang (1995) ในเด็กนักเรียนที่มีอายุระหว่าง 11-13 ปี พบว่า ในกลุ่มเด็กนักเรียนที่มีระดับการได้ยินปกตินั้น เด็กที่อยู่ในบริเวณที่สัมผัสเสียงดังจากเครื่องบิน จะมีความสามารถในการได้ยินต่ำกว่าเด็กที่อยู่ในบริเวณที่ไม่ได้สัมผัสเสียงดังจากเครื่องบิน ทั้งนี้ การทำงานที่จำเป็นต้องสัมผัสเสียงดังจากเครื่องบิน ผู้ปฏิบัติงานจะมีอัตราเสี่ยงต่อการเกิดการสูญเสียการได้ยินมากกว่าผู้ปฏิบัติงานในสถานที่ซึ่งไม่ได้สัมผัสเสียงดังจากเครื่องบิน จากการศึกษาของ Chen และคณะ (1992) เกี่ยวกับผลกระทบของเสียงเครื่องบินต่อการได้ยินของพนักงานที่ปฏิบัติงานบริเวณสนามบิน โดยสุ่มจากพนักงานที่ปฏิบัติงานในแต่ละวัน ได้แก่ ช่างซ่อมบำรุง พนักงานดับเพลิง พนักงานภาคพื้นดิน และวิศวกรโยธา บ่งชี้ว่า ช่างซ่อมบำรุงร้อยละ 65.2 เป็นกลุ่มที่มีการสูญเสียการได้ยินมากที่สุด สอดคล้องกับผลการศึกษาในประเทศเวียดนาม ที่พบว่า บุคคลที่ทำงานเกี่ยวกับเครื่องบินและได้รับเสียงดังจากเครื่องบิน จำนวน 69 คน ได้แก่ ช่างซ่อมเครื่องบิน ช่างเครื่องยนต์ และช่างทดสอบเครื่องยนต์ มีการสูญเสียการได้ยิน 8 คน (Ninh, 1999) ทั้งนี้ O' Neill และ Oyer (1966) ก็ได้รายงานว่าพบการสูญเสียการได้ยินของบุคคลที่ทำงานเกี่ยวกับเครื่องยนต์ของเครื่องบินไอพ่น สำหรับประเทศไทย ได้มีการศึกษาการสูญเสียการได้ยินในช่างเครื่องบินโดย อัจฉรีย์ สรสุชาติ, ศรีทนต์ บุญญานุกูล และไพฑูรย์ นักสอน (2521) ซึ่งพบว่า มีการสูญเสียการได้ยินเนื่องมาจากเสียง 38 คน จากทั้งหมด 107 คน นอกจากนี้ Daungrussami (1999) ยังได้ทำการศึกษาผลกระทบต่อการได้ยินของบุคคลที่สัมผัสเสียงดังจากเครื่องบิน 3 ประเภท ได้แก่ เฮลิคอปเตอร์ ไอพ่น และลำเลียง โดยบุคคลกลุ่มดังกล่าวเป็นนักบินของกองทัพอากาศไทย พบว่า นักบินร้อยละ 36.2 มีการสูญเสียการได้ยิน

องค์ประกอบที่ทำให้เกิดการสูญเสียการได้ยินเนื่องจากเสียงของเครื่องบิน

องค์ประกอบสำคัญที่ก่อให้เกิดการสูญเสียการได้ยินเนื่องจากเสียง ได้แก่ ระดับเสียงที่ได้รับ ระยะเวลาที่ได้รับเสียง ความถี่ของเสียง และความแตกต่างระหว่างบุคคล (Melnick, 1994)

1. ระดับเสียงที่ได้รับ

องค์การอนามัยโลก (World Health Organization : WHO) ได้กำหนดมาตรฐานระดับเสียงสูงสุดที่บุคคลทั่วไปสามารถรับได้ต่อเนื่อง 8 ชั่วโมงไม่เกินกว่า 85 เดซิเบล (เอ) ระดับเสียงที่มากกว่านั้นถือว่าเป็นอันตรายต่อสุขภาพและการได้ยิน

จากการศึกษา พบว่า การสัมผัสเสียงของเครื่องบินแบบ F-6 ที่มีความดังระหว่าง 117 ถึง 128 เดซิเบล (เอ) มีผลทำให้เกิดการสูญเสียการได้ยินชั่วคราว (Wu, Liu, Wang and Wang, 1989) และนักบินที่ได้รับเสียงดังระหว่าง 90-100 เดซิเบล (เอ) มีการสูญเสียการได้ยิน (Jasinski, 1982)

2. ระยะเวลาที่ได้รับเสียง

บุคคลที่ทำงานเกี่ยวกับการซ่อมเครื่องบินมีการสูญเสียการได้ยิน และปริมาณการสูญเสียการได้ยินขึ้นอยู่กับระยะเวลาที่ทำงานในอาชีพนี้ (Webster, 1964) ซึ่ง Wu, Liu, Wang และ Wang (1988) ทำการศึกษา ระดับการได้ยินในนักบินของประเทศจีนที่มีอายุสอดคล้องกับระยะเวลาในการทำงาน กล่าวคือ ผู้ที่มีอายุมากจะมีอายุการทำงานบนเครื่องบินมากตามไปด้วย โดยแบ่งช่วงอายุเป็น 4 กลุ่ม คือ 20-25, 26-30, 31-35 และ 36-40 ปี พบว่าแต่ละกลุ่มมีผู้ที่สูญเสียการได้ยินร้อยละ 40.8, 48.0, 64.3 และ 69.6 ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบการสูญเสียการได้ยินของนักบินที่มีชั่วโมงบินสะสมมากกว่า 8500 ชั่วโมง (Jasinski, 1982) และนักบินเฮลิคอปเตอร์ของกองทัพสหรัฐอเมริกาที่มีชั่วโมงบินสูง จะสูญเสียการได้ยินมากกว่านักบินที่มีชั่วโมงบินต่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Fitzpatrick, 1988)

3. ความถี่ของเสียง

เสียงที่มนุษย์ได้ยินเกิดจากแหล่งกำเนิดเสียงที่แตกต่างกัน ซึ่งจะมีผลต่อการได้ยินแตกต่างกัน เสียงที่มีความถี่สูงจะทำความรบกวน และก่อให้เกิดอันตรายมากกว่าเสียงที่มีความถี่ต่ำ (กรมอนามัย, 2535) โดยลักษณะของเสียงเครื่องบินไอพ่นจะเป็นเสียงที่มีความถี่สูง (วันชัย โพธิ์พิจิตร, 2522)

O' Neill และ Oyer (1966) ได้ทำการศึกษาพบว่า บุคคลที่ทำงานเกี่ยวกับเครื่องยนต์ของเครื่องบินไอพ่นมีการสูญเสียการได้ยินที่ความถี่ 4000-8000เฮิรตซ์ และการสูญเสียการได้ยินของผู้ที่ได้รับเสียงดังจากเครื่องบินแบบ F-6 เกิดขึ้นมากที่สุดที่ความถี่ 6000 เฮิรตซ์ นอกจากนี้ Webster (1964) ได้รายงานว่า บุคคลที่ทำงานซ่อมเครื่องบินมีการสูญเสียการได้ยินที่ความถี่สูง ๆ ในการศึกษาการสูญเสียการได้ยินของช่างเครื่องบินในประเทศไทย โดย อัจฉรีย์ สรสุชาติ และคณะ (2521) พบว่า มีการสูญเสียการได้ยินเนื่องมาจากเสียงเกิดขึ้นที่ความถี่ 8000 เฮิรตซ์ จำนวน 38 คน รวมทั้งการสูญเสียการได้ยินขั้นรุนแรง คือ ที่ความถี่ 4000 และ 8000 เฮิรตซ์ รวมทั้งที่ความถี่ของเสียงพูด (500-2000 เฮิรตซ์) จำนวน 11 คน สำหรับบุคคลที่สัมผัสเสียงดังจากเครื่องบิน 3 ประเภท ได้แก่ เฮลิคอปเตอร์ ไอพ่น และลำเลียง เมื่อแบ่งระดับการสูญเสียการได้ยินตามมาตรฐานของกองทัพสหรัฐอเมริกา พบว่า ร้อยละ 38.3 มีการสูญเสียการได้ยินในช่วงความถี่สูง ส่วนการสูญเสียการได้ยินในช่วงความถี่ของเสียงพูดพบน้อยมากเพียงร้อยละ 0.8 และไม่พบว่ามีความแตกต่างของระดับการได้ยินที่ความถี่ 4000 และ 6000 เฮิรตซ์ ในนักบินแต่ละประเภทที่มีชั่วโมงบินสะสมเท่ากัน (Daungrussami, 1999)

4. ความแตกต่างระหว่างบุคคล

ความแตกต่างระหว่างบุคคลที่มีผลต่อการสูญเสียการได้ยิน ได้แก่ อายุ เพศ ความไวของหูต่อเสียง และโรคทางหู

4.1 อายุ โดยปกติประสาทหูเสื่อมจะเกิดขึ้นตามวัย ซึ่งบุคคลที่สูงอายุจะมีการเหี่ยวฝ่อของเซลล์ขน (hair cells) ใน organ of corti โดยเซลล์ขนที่อยู่บริเวณฐานของก้นหอยจะเสื่อมก่อน ทำให้การรับฟังเสียงสูงเป็นไปได้ยาก ถือเป็นความพิการชนิด high frequency sensorineural hearing loss (พูนพิศ อมาตยกุล, รจนา ทรรทรานนท์ และวันเพ็ญ เอื้อสถาพร, 2516 ; สุนันทา พลปัถพี, 2537 ; เจียมจิต ถวิล, 2539 ; Davidson, 1992) ทั้งนี้ การสูญเสียการได้ยินเนื่องจากวัย (presbycusis) มักพบในคนที่มีอายุ 40 ปีขึ้นไป (เจียมจิต ถวิล, 2539)

4.2 เพศ ความแตกต่างระหว่างเพศมีผลให้เกิดความเสื่อมของประสาทรับฟังเสียงแตกต่างกัน กล่าวคือ ในเพศชายจะพบการสูญเสียการได้ยินมากกว่าเพศหญิง (Harris, 1979) และการสูญเสียการได้ยินเนื่องจากวัยจะเกิดกับผู้ชายมากกว่าผู้หญิงในอัตราส่วน 3 : 2 (สาธิต ชยาภัม, 2528 ; เจียมจิต ถวิล, 2539)

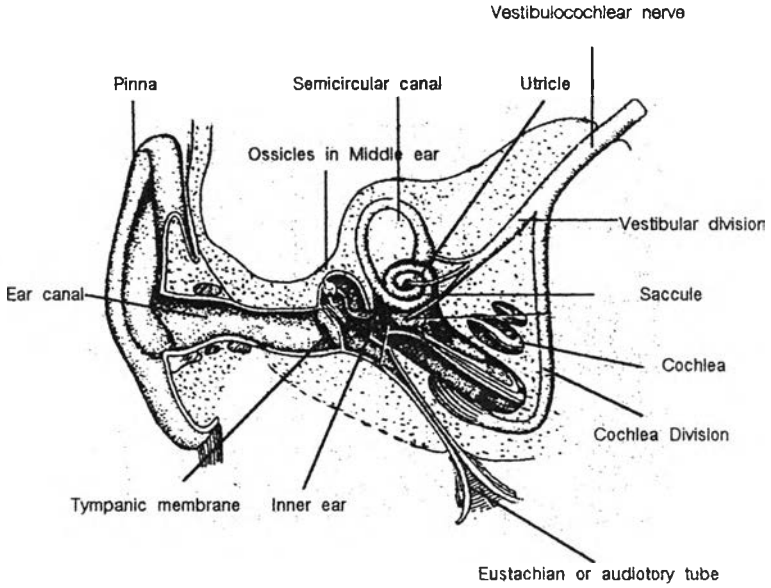
4.3 ความไวของหูต่อเสียง บุคคลแต่ละคนจะมีความไวของหูต่อเสียงแตกต่างกันไป เป็นเหตุให้บุคคลที่มีความไวของหูต่อเสียงมากกว่า เกิดการสูญเสียการได้ยินรวดเร็วกว่าบุคคลอื่น ซึ่งพบว่า ผู้ชายจะมีการตอบสนองต่อเสียงมากกว่าผู้หญิง (Horne et al., 1994) เนื่องจากผู้ชายมีความไวของหูต่อเสียงมากกว่า ดังนั้น เมื่อทำการศึกษาเปรียบเทียบระดับการได้ยินของผู้ที่ไม่ป่วยเป็นโรคทางหู จะพบว่า ผู้ชายมีการสูญเสียการได้ยินมากกว่าผู้หญิง (Pearson, Morrel, Gordon, Brant, Metter and Klein, 1995 อ้างถึงใน Daungrussami, 1999)

4.4 โรคทางหู การเป็นโรคที่เกี่ยวข้องกับหู นับเป็นสาเหตุหนึ่งที่มีผลต่อการสูญเสียการได้ยิน ซึ่งบุคคลที่มีประวัติเกี่ยวกับการเป็นโรคทางหู จะเป็นผลให้มีความสามารถในการได้ยินลดลงมากกว่าบุคคลที่มีหูปกติ (พูนพิศ อมาตยกุล และคณะ, 2516) และโรคทางหูบางชนิด เช่น โรคประสาทหูพิการแต่กำเนิด มีส่วนทำให้ความพิการของประสาทหูเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว เมื่อได้รับฟังเสียงดัง ๆ (สาธิต ชยาภัม, 2528)

กายวิภาคของหูและกลไกการได้ยินเสียง

1. กายวิภาคของหู

หู เป็นอวัยวะที่มีหน้าที่สำคัญ 2 ประการ คือ มีหน้าที่รับฟังเสียง และบอกทิศทางที่มาของเสียง รวมทั้งช่วยให้เข้าใจความหมายของเสียงที่ได้ยิน โดยจะทำงานร่วมไปกับประสาทหูและสมอง ซึ่งเป็นหน้าที่ที่สำคัญที่สุด อีกทั้งยังทำหน้าที่ควบคุมการทรงตัวของร่างกาย โดยทำงานร่วมกับอวัยวะตา กล้ามเนื้อ และข้อต่อต่าง ๆ ของร่างกาย (พูนพิศ อมาตกุล และคณะ, 2516 ; สาธิต ชยาภัม, 2528) โครงสร้างหูของมนุษย์แบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ หูชั้นนอก (outer or external ear) หูชั้นกลาง (middle ear or tympanic cavity or tympanum) และหูชั้นใน (inner ear or labyrinth) หูทั้งสามชั้นประกอบขึ้นด้วยโครงสร้างที่เป็นกระดูก 2 ชนิด คือ โครงสร้างที่เป็นกระดูกอ่อน (catilage) และโครงสร้างที่เป็นกระดูกแข็ง (bone) ซึ่งมีชื่อเรียกว่า กระดูกเทมโพรัล (temporal bone) (พูนพิศ อมาตกุล และคณะ, 2516 ; พูนพิศ อมาตยกุล และดรุณี ชุณหะวัต, 2539) โดยโครงสร้างของหูและส่วนประกอบต่าง ๆ ภายในหู มีลักษณะดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 ลักษณะโครงสร้างและส่วนประกอบต่าง ๆ ของหู

สำหรับรายละเอียดของหูที่เกี่ยวกับการได้ยินเสียงมีดังนี้ (พูนพิศ อมาตยกุล และคณะ, 2516 : คณะอนุกรรมการวิชาการสิ่งแวดล้อมเรื่องเสียง, 2524 ; พูนพิศ อมาตยกุล และดรุณี ชุณหะวัต, 2539 ; Harris, 1979)

1.1 หูชั้นนอก

ประกอบขึ้นด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วน คือ ใบหู (pinna) ช่องหู (ear canal) และเยื่อแก้วหู (ear drum or tympanic membrane) โดยใบหูนี้มีโครงเป็นกระดูกอ่อนและหุ้มด้วยผิวหนัง มีหน้าที่ป้องให้เสียงผ่านเข้าไปในช่องหู ช่วยให้รู้ทิศทางว่าเสียงที่ได้ยินนั้นมาจากทิศใด ส่วนช่องหูมีหน้าที่เป็นทางผ่านของเสียงจากภายนอกเข้าไปกระทบกับเยื่อแก้วหู เพื่อเสียงนั้นจะได้ผ่านจากหูชั้นนอกไปสู่หูชั้นกลางและหูชั้นในต่อไป สำหรับเยื่อแก้วหูจะมีลักษณะเป็นเนื้อเยื่อบาง ๆ ค่อนข้างกลมรี สีขาว เป็นเงามัน มีลักษณะโค้ง ขึงติดกับกระดูกแข็งไว้อย่างแน่นหนา และกั้นระหว่างหูชั้นนอกกับหูชั้นกลาง แบ่งได้เป็น 2 ส่วน คือ ส่วนบน เรียกว่า pars flaccida และส่วนล่าง เรียกว่า pars tensa ตรงกลางของเยื่อแก้วหูจะถูกดึงบุ๋มเข้าไปภายในหูชั้นกลางด้วยกระดูกหูในช่องหูชั้นกลาง

1.2 หูชั้นกลาง

มีลักษณะเป็นช่องกลวง ภายในประกอบด้วยกระดูกอ่อนชิ้นเล็ก ๆ 3 ชิ้น ซึ่งติดต่อกัน คือ กระดูกฆ้อน (malleus) กระดูกทั่ง (incus) และกระดูกโกลนม้า (stepes) ปลายด้านหนึ่งของกระดูกฆ้อนติดกับด้านในของแก้วหู อีกปลายด้านหนึ่งติดกับกระดูกทั่ง

ด้วยข้อต่อเล็ก ๆ และอีกด้านหนึ่งของกระดูกทั่งก็ติดต่อกับกระดูกโกลนม้าด้วยข้อต่อเช่นเดียวกัน ด้านหนึ่งของกระดูกโกลนม้าจะวางอยู่บนช่องหน้าต่างรูปไข่ (oval window) ซึ่งเป็นทางผ่านของเสียงเข้าสู่หูชั้นใน ภายในหูชั้นกลางยังประกอบด้วยกล้ามเนื้อ 2 มัด คือ tensor tympani muscle และ stapedius muscle ที่มีหน้าที่ช่วยป้องกันการสั่นสะเทือนที่มากเกินไปของคลื่นเสียงที่มากระทบเยื่อแก้วหู เพื่อป้องกันอันตรายจากเสียงซึ่งจะทำให้แก้วหูทะลุ และทำให้ประสาทหูเสื่อมได้ ทางด้านล่างของหูชั้นกลางมีท่อที่ติดต่อกับด้านหลังของจมูก เรียกว่า ท่อยูสเตเชียน (eustachian tube) ซึ่งท่อนี้ทำหน้าที่ปรับความดันของอากาศภายในหูชั้นกลางกับความดันของอากาศภายนอก (atmospheric pressure) ให้เท่ากัน

1.3 หูชั้นใน

หูชั้นใน ฝังลึกอยู่ในกระดูกเทมโพรัล แบ่งออกได้เป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่ทำหน้าที่รับเสียง (cochlea portion) และส่วนที่ทำหน้าที่ในการควบคุมการทรงตัว (vestibular portion)

ส่วนที่ทำหน้าที่รับเสียง ประกอบด้วยท่อกลมขดซ้อนกันเป็นรูปก้นหอย จำนวน 2 รอบครึ่ง ภายในประกอบด้วยท่อ 3 ท่อซึ่งมีน้ำอยู่ภายใน ได้แก่ scala vestibuli , scala media หรือ cochlea duct และ scala tympani ซึ่งระหว่างท่อทั้งสามจะมีแผ่นเยื่อ (membrane) กั้นอยู่ ได้แก่ vestibular membrane และ basilar membrane ซึ่งกั้นระหว่าง scala vestibuli กับ cochlea duct และระหว่าง cochlea duct กับ scala tympani ตามลำดับ ส่วนภายใน cochlea duct นั้นมีอวัยวะที่รับเสียง คือ organ of corti ซึ่งวางอยู่บน basilar membrane และมีน้ำที่เรียกว่า endolymph บรรจุอยู่ organ of corti จะประกอบด้วยเซลล์ขนที่เป็นตัวรับการกระตุ้นของเสียง โดยแบ่งเป็น 2 แถว คือ แถวนอก (outer hair cells) มีจำนวน 12000-20000 เซลล์ ส่วนแถวใน (inner hair cells) มีจำนวน 3600 เซลล์ และใยประสาทมากมายที่รวมตัวกันเป็นเส้นประสาทการรับฟังเสียง (audiotory nerve) เข้าสู่สมองส่วนซีรีบรัม (cerebrum)

2. **กลไกการได้ยินเสียง**

เมื่อเกิดคลื่นเสียงจากภายนอก ใบหูจะทำหน้าที่ป้องเสียงให้ผ่านเข้าไปสู่ช่องหูชั้นนอก และช่วยบอกว่าเสียงที่ได้ยินนั้นมาจากทิศทางใด ช่องหูชั้นนอกซึ่งมีลักษณะเป็นท่อและช่วยให้มีการก้องของเสียงภายใน จะทำให้เกิดการขยายเสียงดีขึ้น โดยเฉพาะเสียงที่มีความถี่ประมาณ 3000 เฮิรตซ์ ในช่องนี้เสียงจะถูกขยายให้ดังขึ้น ประมาณ 15 เดซิเบล (Pierson, Gerhardt, Rodriguez and Yanke, 1994) ต่อจากนั้น เยื่อแก้วหูซึ่งเป็นเยื่อบาง ๆ จะมีหน้าที่

รับเสียงและสั่นสะเทือนไปตามความแรงของเสียง และเปลี่ยนสภาพของความกดดันทางอากาศเป็นการเคลื่อนไหวแบบแมคคานิกส์ (mechanical vibration) ซึ่งจะสั่นปลายกระดูกฆ้อนในหูชั้นกลาง และจะไปสั่นกระดูกทั่งและกระดูกโกลนม้า ตามลำดับ หากเสียงนั้นดังมากเกินไป กล้ามเนื้อทั้งสองมัดในหูชั้นกลางจะช่วยรั้งเอาไว้ไม่ให้เคลื่อนไหวเกินขอบเขต การทำงานของกระดูกหูทั้งสามนั้นทำได้ดีทุกความถี่ แต่จะทำได้ดีมาก ๆ หากความถี่นั้นสูงกว่า 800 เฮิรตซ์ขึ้นไป การขยายเสียงในหูชั้นกลางด้วยกระดูกทั้งสามชิ้นนี้ขยายได้เพิ่มอีก 1 เท่า และคลื่นเสียงจะผ่านเข้าสู่หูชั้นในโดยทางหน้าต่างรูปไข่ เนื่องจากการสั่นสะเทือนของส่วนฐานของกระดูกโกลนม้า (foot plate of stapes) คลื่นเสียงจะเดินทางต่อไปเข้าสู่ perilymphatic fluid ในหูชั้นใน ซึ่งจะกระเพื่อมตามแรงสั่นของ stapes footplate กลไกจะเปลี่ยนสภาพจากการสั่นแบบ mechanical pressure มาเป็น hydraulic pressure เมื่อ perilymphatic fluid สั่นสะเทือน ก็จะทำให้ vestibular membrane และ endolymphatic fluid สั่นสะเทือน เป็นผลให้เซลล์ขนนั้นสั่นสะเทือนไปด้วย และพลังงานของการสั่นสะเทือนนี้ก็จะถูกเปลี่ยนเป็นคลื่นไฟฟ้า (electrical response) ซึ่งจะถูกส่งต่อไปยังสมองโดยทางเส้นประสาทการรับฟังเสียง (acoustical or cochlea pathway) ทำให้รู้สึกว่าได้ยินเสียง (พูนพิศ อมาตยกุล และคณะ, 2516 ; พูนพิศ อมาตยกุล และดรุณี ชุณหะวัต, 2539 ; Dix, 1981)

เซลล์ขนในหูชั้นในซึ่งเป็นส่วนประกอบของ organ of corti นั้นมีขอบข่ายในการรับเสียงที่มีความถี่ต่าง ๆ กันอย่างเป็นระเบียบ กล่าวคือ เซลล์ขนที่อยู่บริเวณรอบส่วนล่างอวัยวะรับเสียงรูปก้นหอย (basal turn of cochlea) จะรับเฉพาะเสียงที่มีความถี่สูง ส่วนเซลล์ขนที่อยู่บริเวณรอบส่วนยอดของอวัยวะรับเสียงรูปก้นหอย (apical turn of cochlea) จะรับเฉพาะเสียงที่มีความถี่ต่ำ สำหรับเซลล์ขนที่อยู่ในรอบกลางของอวัยวะรับเสียงรูปก้นหอย ก็จะรับเฉพาะเสียงที่มีความถี่ปานกลางเท่านั้น (คณะอนุกรรมการวิชาการสิ่งแวดล้อมเรื่องเสียง, 2524)

ความสามารถในการรับฟังเสียง

หูของมนุษย์นั้นสามารถรับฟังเสียงได้ตั้งแต่ความถี่ 20-20000เฮิรตซ์ ยิ่งอายุน้อยก็ยิ่งสามารถรับฟังเสียงสูงได้ดี แต่เมื่ออายุมากขึ้น ความสามารถในการรับฟังเสียงสูง ๆ ก็จะลดลงไปตามลำดับ คนที่อายุ 40 ปีการได้ยินที่ความถี่สูงตั้งแต่ 15000 เฮิรตซ์ขึ้นไปจะลดลง สำหรับคนที่อายุระหว่าง 55-65 ปี การได้ยินที่ความถี่ 10000 เฮิรตซ์จะลดลง และคนที่อายุ 75 ปี การได้ยินที่ความถี่ 8000 เฮิรตซ์จะลดลง (USAF School of Aerospace Medicine, 1956) ความถี่ของเสียงที่มนุษย์ได้ยินในชีวิตประจำวัน คือ ความถี่ระหว่าง 125-8000 เฮิรตซ์ (พูนพิศ อมาตยกุล และคณะ, 2516 ; พูนพิศ อมาตยกุล และดรุณี ชุณหะวัต, 2539) ดังนั้น

การทดสอบความสามารถในการรับฟังคลื่นเสียงจึงใช้ช่วงความถี่นี้ นอกจากนี้ ช่วงของความถี่ของเสียงอีกช่วงหนึ่งซึ่งมีความสำคัญมากต่อชีวิตประจำวัน คือ ช่วงความถี่ของเสียงพูด (Speech) ซึ่งหมายถึง ความถี่ระหว่าง 500-2000 เฮิรตซ์ ดังนั้น ในการวัดสมรรถภาพการได้ยินจึงต้องพิจารณาค่าที่วัดได้ที่ความถี่ 500-2000 เฮิรตซ์นี้เป็นพิเศษ เพื่อหาความจริงว่าผู้ที่มารับการตรวจนั้นสามารถจะเข้าใจคำพูดหรือรับฟังคำพูดในการสนทนาได้ดีเพียงใด สำหรับระดับเสียงปกติที่ใช้พูดสื่อสารกันแล้วสามารถได้ยินชัดเจน คือ 30-40 เดซิเบล (HL) แต่สำหรับผู้ที่สมรรถภาพการได้ยินเสื่อมลง จะต้องเพิ่มความดังขึ้นอีกจึงจะได้ยินชัดเจน (พูนพิศ อมาตยกุล และดรุณี ชุณหะวัต, 2539) อย่างไรก็ตาม ความสามารถในการรับฟังเสียงนั้นยังขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องหลายประการ ซึ่งการมีประสาทหูที่ดีถือเป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุด รองลงมาคือ จะต้องรู้และเข้าใจภาษาพูด หรือมีความรู้ดีพอสมควร และจะต้องมีความตั้งใจที่จะรับฟังดีด้วย จึงจะฟังเสียงได้เข้าใจ นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับสมรรถภาพการนำเสียงในหูชั้นนอกและชั้นกลาง รวมถึงสภาวะแวดล้อม เช่น เสียงรบกวนต่าง ๆ อีกด้วย (คณะอนุกรรมการวิชาการสิ่งแวดล้อมเรื่องเสียง, 2524)

ประเภทและระดับของการสูญเสียการได้ยิน

1. **การสูญเสียการได้ยิน** แบ่งออกเป็น 5 ประเภท (พูนพิศ อมาตยกุล และดรุณี ชุณหะวัต, 2539) คือ

1.1 Conductive Hearing Impairment คือ การสูญเสียการได้ยินที่เกิดจากการนำเสียงบกพร่อง เป็นผลมาจากความผิดปกติของหูชั้นนอกและชั้นกลาง หรือตั้งแต่ภายนอกช่องหน้าต่างรูปไข่ออกมา พบได้ในคนที่ช่องหูอุดตัน แก้วหูทะลุ หรือหูน้ำหนวก เป็นต้น

1.2 Sensorineural Hearing Impairment คือ การสูญเสียการได้ยินที่เกิดจากประสาทรับฟังเสียงบกพร่อง มีสาเหตุมาจากความผิดปกติของหูชั้นใน หลังช่องหน้าต่างรูปไข่เข้าไป เช่น ประสาทหูเสื่อมเนื่องจากแพ้ยาสะเตรปโตมัยซิน ประสาทหูเสื่อมเนื่องจากเสียงระเบิด เป็นต้น

1.3 Mixed Hearing Impairment คือ การสูญเสียการได้ยินแบบผสม ซึ่งพบความผิดปกติอยู่ในหูชั้นนอกหรือชั้นกลาง และมีความผิดปกติของประสาทหูในหูชั้นในด้วย เช่น ประสาทหูเสื่อมจากเสียงระเบิดและมีเยื่อแก้วหูฉีกขาด กระดูกทั้งสามชิ้นภายในหูชั้นกลางเคลื่อนที่จากแรงระเบิด เป็นต้น

1.4 Functional or Psychological Impairment คือ การสูญเสียการได้ยินอันเนื่องมาจากสภาพจิตใจผิดปกติ เช่น จิตใจไม่สบายมีผลทำให้ไม่ได้ยิน หรือแกล้งทำเป็นไม่ได้ยิน เป็นต้น

1.5 Central Hearing Impairment คือ การสูญเสียการได้ยินเนื่องจากความผิดปกติของสมอง โดยเฉพาะเมื่อเสียงที่รับจากหูผ่านประสาทการรับฟังเสียงไปแล้วนั้น เมื่อมาถึงสมองแล้วสมองไม่สามารถรับและแปรความหมายได้ จึงไม่เข้าใจความหมายของเสียง เช่น โรคเส้นโลหิตในสมองแตก ทำให้ศูนย์กลางรับฟังเสียงในสมองใช้การไม่ได้ เพราะฟังเสียงแล้วได้ยินจริง แต่จะไม่เข้าใจความหมายเลย

2. **ระดับการสูญเสียการได้ยิน** แบ่งตามข้อเสนอแนะของ ANSI-1969 และสมาคมโสต ศอ นาสิกแพทย์แห่งประเทศไทย ได้เป็น 5 ระดับ (ตารางที่ 2.3) คือ

2.1 การได้ยินเสียงปกติ (normal hearing) หมายถึง การได้ยินเสียงของหูเมื่อทำการตรวจวัดการได้ยินโดยใช้เสียงบริสุทธิ์ (pure tone) ที่ความถี่ 500, 1000 และ 2000 เฮิรตซ์ จะได้ผลค่าเฉลี่ยของขีดเริ่มการได้ยิน (hearing threshold) จากการตรวจวัดด้วยเสียงทั้งสามความถี่ มีค่าไม่เกินกว่า 25 เดซิเบล

2.2 หูตึงน้อย (mild hearing loss) หมายถึง การได้ยินเสียงของหูเมื่อทำการตรวจวัดการได้ยินโดยใช้เสียงบริสุทธิ์ที่ความถี่ 500, 1000 และ 2000 เฮิรตซ์ จะได้ผลค่าเฉลี่ยของขีดเริ่มการได้ยิน (hearing threshold) จากการตรวจวัดด้วยเสียงทั้งสามความถี่ มีค่าเกินกว่า 25 เดซิเบล แต่ไม่เกินกว่า 40 เดซิเบล

2.3 หูตึงปานกลาง (moderate hearing loss) หมายถึง การได้ยินเสียงของหู เมื่อทำการตรวจวัดการได้ยินโดยใช้เสียงบริสุทธิ์ที่ความถี่ 500, 1000 และ 2000 เฮิรตซ์ จะได้ผลค่าเฉลี่ยของขีดเริ่มการได้ยิน (hearing threshold) จากการตรวจวัดด้วยเสียงทั้งสามความถี่ มีค่าเกินกว่า 40 เดซิเบล แต่ไม่เกินกว่า 55 เดซิเบล

2.4 หูตึงมาก (moderately severe hearing loss) หมายถึง การได้ยินเสียงของหู เมื่อทำการตรวจวัดการได้ยินโดยใช้เสียงบริสุทธิ์ที่ความถี่ 500, 1000 และ 2000 เฮิรตซ์ จะได้ผลค่าเฉลี่ยของขีดเริ่มการได้ยิน (hearing threshold) จากการตรวจวัดด้วยเสียงทั้งสามความถี่ มีค่าเกินกว่า 55 เดซิเบล แต่ไม่เกินกว่า 70 เดซิเบล

2.5 หูตึงอย่างรุนแรง (severe hearing loss) หมายถึง การได้ยินเสียงของหู เมื่อทำการตรวจวัดการได้ยินโดยใช้เสียงบริสุทธิ์ที่ความถี่ 500, 1000 และ 2000 เฮิรตซ์ จะได้ผลค่าเฉลี่ยของขีดเริ่มการได้ยิน (hearing threshold) จากการตรวจวัดด้วยเสียงทั้งสามความถี่ มีค่าเกินกว่า 70 เดซิเบล แต่ไม่เกินกว่า 90 เดซิเบล

2.6 หูหนวก (profound hearing loss) หมายถึง การได้ยินเสียงของหูนั้นเสียไปอย่างรุนแรง เมื่อทำการตรวจวัดการได้ยินโดยใช้เสียงบริสุทธิ์ที่ความถี่ 500, 1000 และ 2000 เฮิรตซ์ จะได้ผลค่าเฉลี่ยของขีดเริ่มการได้ยิน (hearing threshold) จากการตรวจวัดด้วยเสียงทั้งสามความถี่ มีค่าเกินกว่า 90 เดซิเบล

ตารางที่ 2.3 ระดับการสูญเสียการได้ยิน

อันดับที่	ระดับการสูญเสียการได้ยิน	ค่าเฉลี่ยขีดเริ่มการได้ยิน (dB HL) ที่ความถี่ 500, 1000, 2000 เฮิรตซ์		ความสามารถในการเข้าใจคำพูด
		มากกว่า	ไม่มากกว่า	
1	หูปกติ	-	25	ไม่ลำบากในการรับฟังคำพูด
2	หูตึงน้อย	25	40	ไม่ได้ยินเสียงพูดเบา ๆ
3	หูตึงปานกลาง	40	55	พอที่จะเข้าใจคำพูดในระดับความดังในระยะ 3-5 ฟุต
4	หูตึงมาก	55	70	ต้องพูดด้วยเสียงดังมาก ๆ จึงจะเข้าใจ
5	หูตึงอย่างรุนแรง	70	90	ต้องตะโกนในระยะ 1 ฟุต จึงจะได้ยิน และได้ยินไม่ชัดเจน
6	หูหนวก	90	-	ตะโกนแล้วไม่ได้ยิน

หมายเหตุ 1. หากค่าเฉลี่ยของระดับการได้ยินเสียงในหูทั้งสองข้าง มีค่าแตกต่างกันไม่มากกว่า 25 เดซิเบล การจัดระดับการสูญเสียการได้ยิน คิดจากค่าเฉลี่ยของระดับการได้ยินเสียงในหูข้างที่ดีกว่า ว่าเป็นระดับการสูญเสียการได้ยินของบุคคลนั้น

2. หากค่าเฉลี่ยของระดับการได้ยินเสียงในหูทั้งสองข้าง มีค่าแตกต่างกันมากกว่า 25 เดซิเบล ให้เพิ่มอีก 5 เดซิเบล บวกเข้ากับระดับการได้ยินในหูข้างที่ดีกว่านั้น แล้วจึงพิจารณาค่าที่บวกได้ใหม่นี้ จัดเข้าเป็นระดับการสูญเสียการได้ยิน ตัวอย่างเช่น ค่าเฉลี่ยในหูขวา เท่ากับ 37 เดซิเบล และในหูซ้ายเท่ากับ 70 เดซิเบล ซึ่งมีค่าแตกต่างกันเกินกว่า 25 เดซิเบล ดังนั้น จึงต้องบวก 5 เดซิเบล เข้ากับ 37 เดซิเบลในหูขวา กลายเป็น 42 เดซิเบล ดังนั้นระดับการสูญเสียการได้ยินจึงเปลี่ยนจากอันดับที่ 2 (หูตึงน้อย) มาเป็นอันดับที่ 3 (หูตึงปานกลาง)

มาตรฐานระดับเสียงและกฎหมายที่เกี่ยวข้อง

1. มาตรฐานระดับเสียงของต่างประเทศ

สถาบันความปลอดภัยและอาชีวอนามัยสหรัฐอเมริกา (Occupational Safety and Health Administration : OSHA) ได้กำหนดมาตรฐานเสียงที่ดังต่อเนื่องกันตลอดเวลา ซึ่งถือได้ว่าไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพของคนงาน โดยกำหนดระดับเสียงและระยะเวลาที่ได้รับเสียงในแต่ละวัน ดังตารางที่ 2.4 ในกรณีที่บุคคลต้องได้รับเสียงในระดับต่าง ๆ กัน ให้คำนวณจากระดับเสียง และระยะเวลาที่ได้รับเสียงตามสัดส่วนและเมื่อรวมกันแล้วต้องไม่เกิน 1 หรืออาจเขียนอยู่ในรูปสูตรคำนวณ ดังนี้

$$C_1 / T_1 + C_2 / T_2 + \ldots\ldots\ldots\ldots + C_N / T_N \leq 1$$

โดย C_1 = ระยะเวลาที่บุคคลต้องอยู่ในสภาวะระดับเสียงช่วงที่ 1

C_N = ระยะเวลาที่บุคคลต้องอยู่ในสภาวะระดับเสียงช่วงที่ N

T_1 = ระยะเวลาที่มาตรฐานยอมให้อยู่ได้ในสภาวะระดับเสียงช่วงที่ 1

T_N = ระยะเวลาที่มาตรฐานยอมให้อยู่ได้ในสภาวะระดับเสียงช่วงที่ N

ถ้าค่าที่ได้มากกว่า 1 แสดงว่า บุคคลนั้นได้อยู่ในสภาพที่มีเสียงดังมากเกินกว่ามาตรฐานที่กำหนดให้

ตารางที่ 2.4 มาตรฐานระดับเสียงที่ไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพของคนงาน สำหรับเสียงดังต่อเนื่องกันตลอดเวลา ตามข้อกำหนดของ OSHA

ระดับเสียง (เดซิเบล(เอ)) Slow response	เวลา	
	ชั่วโมง	นาที
85	16	00
90	8	00
95	4	00
97	3	00
100	2	00
105	1	00
110	0	30
115	0	15

ที่มา : OSHA (1998)

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

นอกจากนี้ หากพิจารณาด้านการอนุรักษ์การได้ยิน (hearing – conservation program) สถาบันความปลอดภัยและอาชีวอนามัยสหรัฐอเมริการะบุห้ามได้รับระดับเสียงเฉลี่ยมากกว่า 85 เดซิเบล (เอ) ในระยะเวลา 8 ชั่วโมงขึ้นไป ในกรณีที่เป็นเสียงกระแทก ห้ามได้รับเกิน 140 เดซิเบล (เอ) และหากได้รับเสียงเฉลี่ยเกิน 85 เดซิเบล (เอ) ในระยะเวลา 8 ชั่วโมงขึ้นไป จำเป็นต้องมีการดำเนินการติดตามตรวจสอบ (monitoring program)

สำหรับองค์การอนามัยโลก (World Health Organization : WHO) ได้เสนอแนะระดับเสียงสูงสุดที่บุคคลทั่วไปสามารถรับได้อย่างต่อเนื่องในเวลา 8 ชั่วโมง ในทุกพื้นที่ มีค่าเท่ากับ 75 เดซิเบล (เอ) และระดับเสียงที่เป็นอันตราย หมายถึง ระดับเสียงที่ดังเกินกว่า 85 เดซิเบล (เอ) ที่ทุก ๆ ความถี่

องค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมแห่งสหรัฐอเมริกา (United States Environmental Protection Agency : US.EPA) ได้เสนอแนะระดับเสียงสูงสุดที่บุคคลทั่วไปสามารถรับได้อย่างต่อเนื่อง 24 ชั่วโมงในทุกพื้นที่ มีค่าเท่ากับ 70 เดซิเบล (เอ) เพื่อป้องกันอันตรายต่อสุขภาพและอนามัย

2. มาตรฐานระดับเสียงของประเทศไทย

ในปัจจุบันประเทศไทยมีมาตรฐานของระดับเสียงต่าง ๆ ดังนี้

2.1 ประกาศของกระทรวงมหาดไทย เรื่องความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับสภาวะแวดล้อม กำหนดมาตรฐานเสียงภายในสถานที่ประกอบการที่มีลูกจ้างคนใดคนหนึ่งทำงาน ดังต่อไปนี้

2.1.1 ไม่เกินวันละ 7 ชั่วโมง ต้องมีระดับเสียงที่ลูกจ้างได้รับติดต่อกันไม่เกิน 91 เดซิเบล(เอ)

2.1.2 เกินกว่าวันละ 7 ชั่วโมง แต่ไม่เกิน 8 ชั่วโมง ต้องมีระดับเสียงที่ลูกจ้างได้รับติดต่อกันไม่เกิน 90 เดซิเบล(เอ)

2.1.3 เกินวันละ 8 ชั่วโมง ต้องมีระดับเสียงที่ลูกจ้างได้รับติดต่อกันไม่เกิน 80 เดซิเบล(เอ)

2.1.4 นายจ้างจะให้ลูกจ้างทำงานในที่ที่มีระดับเสียงเกินกว่า 140 เดซิเบล(เอ) มิได้

2.2 ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 4 (พ.ศ. 2514) กำหนดให้เป็นหน้าที่ของผู้รับใบอนุญาตประกอบกิจการโรงงาน ต้องจัดให้ทุกคนที่อยู่ในบริเวณงานที่มีเสียงดังเกินกว่า 80 เดซิเบล(เอ) หรือเสียงดังอันอาจจะเป็นอันตรายต่อเยื่อแก้วหู อุดหูด้วยที่อุดหู (ear plug) ที่มีประสิทธิภาพ

มาตรการการป้องกันและควบคุมเสียง

โดยทั่วไปแล้ววิธีการในการลดหรือควบคุมระดับสียง อาจจะแบ่งออกเป็น 3 ประการ ที่สำคัญ คือ การลดระดับเสียงที่แหล่งกำเนิด (source) การลดระดับเสียงในช่วงระยะทางระหว่างแหล่งกำเนิดและผู้ที่ได้รับเสียง (path) และการลดระดับเสียงที่ผู้ได้รับเสียง (receiver)

1. การลดระดับเสียงที่แหล่งกำเนิด

วิธีการบางชนิดที่สามารถประยุกต์ใช้เพื่อลดความดังที่แหล่งกำเนิดเสียง คือ

1.1 การออกแบบเครื่องยนต์ต้องให้ได้มาตรฐานเกี่ยวกับระดับเสียงดัง

1.2 การวางผังหรือออกแบบจัดระยะเครื่องยนต์ที่มีเสียงดังไว้ให้ห่างไกลจากสำนักงานหรือที่พักผ่อน

1.3 ติดเครื่องเก็บเสียงหรือเครื่องกรองเสียงสำหรับเครื่องยนต์

1.4 การจัดหาที่ปิดล้อมเครื่องยนต์ (enclosure)

1.5 ไม่ใช้เครื่องยนต์ ในอัตราที่เร็วเกินไป

1.6 เลือกใช้เครื่องยนต์ ตลอดจนอุปกรณ์ต่าง ๆ ชนิดที่มีเสียงดังน้อยกว่า

1.7 ออกกฎหมายควบคุมแหล่งกำเนิดทุก ๆ แหล่งให้มีเสียงที่ออกมาได้ไม่เกินขีดจำกัดที่มนุษย์สามารถรับได้

2. การลดระดับเสียงที่ทางผ่านของเสียง

การควบคุมเสียงที่ทางผ่านของเสียง ทำได้ 2 ลักษณะ คือ

2.1 เพิ่มระยะทางระหว่างแหล่งกำเนิดเสียงกับผู้ปฏิบัติงานหรือประชาชน

2.2 โดยใช้วัสดุเก็บดูดซับเสียงหรือกั้นเสียง (acoustic shield barriers) เพื่อกั้นหรือดูดกลืนเสียง หรือเบี่ยงเบนทิศทางของเสียงดังออกไป เช่น กำแพงกั้นเสียง หรือ ต้นไม้ เป็นต้น

3. การลดระดับเสียงที่ผู้ได้รับเสียง

3.1 โดยการบริหารหรือการจัดการ เป็นวิธีหนึ่งที่มีประสิทธิภาพในการลดอันตรายสำหรับผู้ปฏิบัติงานที่ได้รับเสียงเกินมาตรฐาน โดยอาศัยหลักการจำกัดเวลาการทำงานของผู้ปฏิบัติงานให้น้อยลง

3.2 การใช้เครื่องป้องกันอันตรายต่อหู จุดมุ่งหมายเพื่อลดความเข้มของเสียงที่จะผ่านเข้าไปในช่องหู เครื่องป้องกันหู อาจแบ่งเป็น 2 ชนิด คือ

3.2.1 เครื่องอุดหู (ear plugs) ใช้อุดรูหูทั้ง 2 ข้าง โดยสอดใส่เข้าไปในช่องหู วัสดุที่ทำอาจเป็นยาง ขี้ผึ้ง หรือพลาสติกอ่อน เครื่องอุดหูแต่ละชนิดจะมีประสิทธิภาพในการลดเสียงต่าง ๆ กัน เช่น

- cotton wool ลดระดับเสียงได้ 6-8 เดซิเบล
- wax cotton wool หรือ glass fibre wool ลดระดับเสียงได้ 20 เดซิเบล
- mass produced rubber plugs ลดระดับเสียงได้ 18-25 เดซิเบล

3.2.2 เครื่องครอบหู (ear muffs) ใช้ปกปิดครอบใบหูทั้งสองข้าง ซึ่งเครื่องครอบหูจะมีหน้าที่กั้นทางเดินของเสียงและถูกซับเสียงโดยวัสดุที่ใช้อาจเป็นโฟม พลาสติก หรือยาง เครื่องครอบหูที่ได้มาตรฐานจะสามารถลดระดับเสียงได้ต่าง ๆ กัน

- แบบ heavy ลดระดับเสียงได้ประมาณ 40 เดซิเบล
- แบบ medium ลดระดับเสียงได้ประมาณ 35 เดซิเบล
- แบบ light ลดระดับเสียงได้ประมาณ 30 เดซิเบล