Chulalongkorn Medical Journal

Volume 31
Issue 7 *July 1987*

Article 4

7-1-1987

# อันตรายจากเสียง

กรรณิการ์ ชาญานิชวงศ์

Follow this and additional works at: https://digital.car.chula.ac.th/clmjournal

Part of the Medicine and Health Sciences Commons

## Recommended Citation

ชาญานิชวงศ์, กรรณิการ์ (1987) "อันตรายจากเสียง," *Chulalongkorn Medical Journal*: Vol. 31: Iss. 7, Article 4.
DOI: https://doi.org/10.58837/CHULA.CMJ.31.7.3
Available at: https://digital.car.chula.ac.th/clmjournal/vol31/iss7/4

This Special Article is brought to you for free and open access by the Chulalongkorn Journal Online (CUJO) at Chula Digital Collections. It has been accepted for inclusion in Chulalongkorn Medical Journal by an authorized editor of Chula Digital Collections. For more information, please contact ChulaDC@car.chula.ac.th.

อันตรายจากเสียง

This special article is available in Chulalongkorn Medical Journal: https://digital.car.chula.ac.th/clmjournal/vol31/iss7/4

บทความพิเศษ

# อันตรายจากเสียง

กรรณิการ์ ชาญวนิชวงศ์*

**Chanwanichwong K. Hazards of noise. Chula Med J 1987 Jul; 31(7) : 523-530**

*Noise has may effects on health and hearing. As the results of technological and scientific discovery of new equipments and engines, noise has become more and more intense. The purpose of this paper is to give information on noise-induced hearing loss, permissible noise exposures, rest intervals, ear protectors and noise control. Finally the author gives a few suggestions to reduce noise in the enviroment.*

Reprints of requests : Chanwanichwong K. Department of Otolaryngology. Faculty of Medicine, Chulalongkorn University. Bangkok 10500, Thailand.

Received for publications. January 20, 1987.

*ภาควิชาโสต นาสิก ลาริงซ์วิทยา คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เสียงเกิดจากการสั่นสะเทือนของวัตถุ ทำให้มนุษย์รู้ภาวะรอบ ๆ ตัว รู้เวลา เช่น ตอนเช้ามืดจะมีเสียงนกร้องและไก่ขัน บางครั้งเสียงบอกถึงภัยอันตราย เช่น สัญญาณไฟไหม้ เสียงให้ความบันเทิง เช่น เสียงดนตรีและที่สำคัญคือเสียงพูด ซึ่งมนุษย์ใช้สื่อความหมาย เหล่านี้เป็นประโยชน์ของเสียงทั้งสิ้น แต่เสียงที่มีความดังมากเกินไปจะให้โทษทำให้หูตึงหรือหูหนวก ทำลายสุขภาพร่างกายและจิตใจ และรบกวนการสื่อความหมาย

อันตรายของเสียงต่อหูมีมานานตั้งแต่ยุคบรอนซ์และยุคเหล็ก[1] เมื่อมนุษย์รู้จักนำโลหะมาใช้ทำประโยชน์เป็นเครื่องมือเครื่องใช้ต่าง ๆ และอาวุธ เสียงดังจากเตาหลอมโลหะและการตีโลหะเป็นเสียงที่ทำให้ช่างโลหะเหล่านั้นหูตึงและหูหนวก ต่อมาเมื่อมีการปฏิวัติอุตสาหกรรม เสียงจากหม้อต้มน้ำของเครื่องจักรไอน้ำทำให้คนงานหูตึงหรือหูหนวก (boilermaker's deafness)[2] เสียงจากระเบิดและเครื่องบินรบในสมัยสงครามโลกครั้งที่สอง เป็นอันตรายต่อหูทั้งสิ้น

เมื่อโลกเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมากขึ้น เสียงจากเครื่องจักรเครื่องมือเครื่องใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม การขนส่งและการคมนาคมเครื่องมือเครื่องใช้ที่อำนวยความสะดวกภายในบ้าน อุปกรณ์ในการก่อสร้าง เสียงจากเครื่องมือแพทย์ เช่น เครื่องกรอฟันที่ใช้ความถี่สูง มีเสียงดังถึง 90 เดซิเบล[3] ทำให้ทันตแพทย์ที่ทำงานมานานปีหูตึง เครื่องกรอกระดูกในขณะผ่าตัด temporal bone เสียงจากเครื่องดูดของเหลว (suction) ในหู[1] เสียงจากเครื่องช่วยฟังที่มีกำลังขยายสูง[2] ตลอดจนเสียงจากสถานเริงรมย์ดิสโก้เธค สวนสนุกของเด็กตามห้างสรรพสินค้าที่มีอุปกรณ์การเล่นต่าง ๆ ที่เต็มไปด้วยเสียงอื้ออึง กีฬาบางชนิด เช่น ยิงปืน การแข่งมอเตอร์ไซด์และรถแข่ง เสียงของสิ่งแวดล้อมภายในหอผู้ป่วยเด็กมีเสียงเด็กทารกร้องและเสียงเด็กเล็กสนทนากันดังถึง 80-90 เดซิเบล[4] และคนที่มีอาชีพขับรถสามล้อเครื่อง (มีเสียงดังถึง 99.42 เดซิเบล)[5] และคนที่ขับเรือหางยาว (มีเสียงดัง 90-102 เดซิเบล)[6] มานานมากกว่า 15 ปี จะมีประสาทหูพิการ

ในช่วง 25 ปีหลังนี้ มนุษย์ถูกคุกคามด้วยเสียงดังจากการประกอบอาชีพ (occupational hearing loss) เสียงในโรงงานอุตสาหกรรม (Industrial hearing loss) และสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ อย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ ทำให้มีคนหูตึงหรือหูหนวกจากเสียงดังก่อนวัยอันสมควรเกิดขึ้นอย่างแพร่หลายเกือบทั่วโลก

## เสียงที่เป็นอันตราย

เสียงที่เป็นอันตรายคือ เสียงที่มีความดังเกินกว่า 85[1, 7] เดซิเบล เอ (dB A) โดยใช้เครื่องมือวัดความเข้มของเสียง (sound level meter) เป็นเครื่องวัด หน่วยความเข้มของเสียงเป็นเดซิเบล เอ (db A) หมายถึง sound level meter นั้นใช้วัดเสียงที่มีความถี่สูงกว่า 2,000 เฮิทซ์ โดยเฉพาะวัดเสียงที่มีความถี่ในช่วง 2000-5000 เฮิทซ์ ได้ดี เพราะเสียงที่เป็นอันตรายต่อหูส่วนใหญ่เป็นเสียงที่มีความถี่สูง

## ความเป็นอันตรายของเสียง

ความเป็นอันตรายของเสียงจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับสิ่งสำคัญ 5 ประการ คือ[1, 3, 5, -8]

1. ระดับความดังของเสียง เสียงที่ดังมากจะทำลายหูมากกว่าเสียงที่ดังน้อยกว่า

2. ความถี่ของเสียง เสียงที่มีความถี่สูงจะทำลายหูมากกว่าเสียงที่มีความถี่ต่ำ

3. ระยะเวลาที่ได้รับเสียงในแต่ละวัน (เป็นชั่วโมงต่อวัน) และระยะเวลานานทั้งหมดที่ได้รับเสียง (เป็นเดือนเป็นปี) คนที่ได้รับเสียงดังวันละหลายชั่วโมงเป็นเวลานานปีจะหูตึงมากกว่าคนที่ได้รับเสียงดังเป็นระยะเวลาสั้นกว่า

4. ลักษณะของเสียง เสียงที่ดังตลอดเวลา (continuous noise) จะทำลายหูมากกว่าเสียงที่ดัง ๆ หยุด ๆ หรือเสียงที่ดังไม่ติดต่อกัน (interrupted noise)

5. อายุ ยิ่งอายุมากขึ้นและได้รับเสียงดังมานานปีจะทำให้หูตึงเร็วกว่าคนที่อายุน้อยกว่าและได้รับเสียงดังมาเป็นระยะเวลาสั้นกว่า และเมื่อเทียบกับคนอายุเท่ากัน คนทำงานในที่เสียงดังจะหูตึงเร็วกว่าคนทำงานในที่เงียบ

## ผลของเสียงต่อร่างกาย

จะกล่าวถึงผลของเสียงต่อหู และผลของเสียงต่อสุขภาพร่ายกายอื่น ๆ ดังนี้

### ผลของเสียงต่อหู

เสียงดังที่เป็นอันตรายทำลายหูโดยทำให้อวัยวะรับเสียงในหูชั้นใน (cochlea) ทุกส่วนถูกทำลาย ได้แก่ hair cells ถูกทำลายตั้งแต่ระยะ 5-12 มิลลิเมตรจากฐานของ cochlea และบริเวณที่ถูกทำลายมากที่สุดคือระยะ 10-12[1, 9] มิลลิเมตรจากฐาน ซึ่งเมื่อตรวจการได้ยินของคนที่ได้ยินเสียงดังมาก ๆ จะพบว่ามีการสูญเสียการได้ยินที่ความถี่ 4000 เฮิทซ์[1, 2, 7, 9] (4000 Hz-notch) มากกว่าที่อื่นและ hair cells ที่ถูกทำลายอย่างมากคือ outer hair cells และ stereocilia ของ inner hair cells นอกจากนั้น tectorial membrane, pillar cells, supporting cells, stria vascularis, spiral ganglion และใยประสาทที่อยู่ใน osseous spiral lamina และ auditory nerve จะถูกทำลายด้วย นอกจากนั้นยังมีผลทำให้การทำงานทางชีวเคมี (biochemical) และศักดาไฟฟ้า (electrical potential) ของ

cochlea เปลี่ยนแปลงไป ทั้งนี้การถูกทำลายของหูชั้นในจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความดังของเสียงและระยะเวลานานที่ได้รับเสียงดังนั้น

เสียงที่ดังเกินไปมีผลต่อการได้ยิน (noised-induced hearing loss: NIHL) 3 ประการคือ

1. เสียงดังทำให้หูตึงชั่วคราว

(Noise-induced temporary threshold shift: NITTS)

2. เสียงดังทำให้หูตึงถาวร

(Noise-induced permanent threshold shift: NIPTS)

3. เสียงดังทำให้เกิด "acoustic trauma"

**Temporary threshold shift (TTS)**

หมายถึงผลระยะสั้นหลังจากการได้ยินเสียงดัง ทำให้ระดับการได้ยิน (threshood of hearing) สูงขึ้นกว่าเดิม แล้วจะกลับเป็นปกติได้ภายในเวลา 2-3 นาทีถึงหลายสัปดาห์ เสียงที่มีความถี่สูงทำให้เกิด TTS มากกว่าเสียงที่มีความถี่ต่ำ เช่น เสียงที่มีความถี่ระหว่าง 2000-6000 เฮิทซ์ จะทำให้เกิด TTS มากกว่าเสียงที่มีความถี่ในช่วงอื่น ๆ เสียงที่ทำให้เกิด TTS เป็นเสียงที่มีความดังเกิน 60-80dB A และได้รับเสียงนาน 8–16 ชั่วโมง[1, 7] ยิ่งเสียงที่มีความถี่สูงและระยะเวลาที่ได้รับเสียงนานมากขึ้นจะทำให้เกิด TTS มากขึ้นและความถี่บริเวณที่สูญเสียการได้ยินมากที่สุด (frequency of meximum threshold shift) จะเกิดที่ความถี่ ½– 1 octave[7] เหนือความถี่ของเสียงดังที่มากระตุ้นหู เช่น เสียงดังที่หูได้รับมีความถี่ 2000 เฮิทซ์ จะทำให้หูสูญเสียการได้ยินมากที่สุดที่ความถี่ 3000 เฮิทซ์ (2000 + 1000 เฮิทซ์) ถึง 4000 เฮิทซ์ (2000 + 2000 เฮิทซ์) และ TTS ที่เกิดจากเสียงดังไม่ติดต่อกัน (interrupted noise) จะเกิดน้อยกว่าได้รับเสียงดังติดต่อกันตลอดเวลา (continuous noise) แม้เสียงทั้งสองชนิดนี้จะมีความดังเท่ากันก็ตาม เรียกเสียงดังที่ทำให้เกิด TTS ว่า noise-induced temporary threshold shift (NITTS)

**Permanent threshold shift (PTS)**

หมายถึงผลที่เกิดจากได้รับเสียงดังเป็นเวลายาวนานและในขณะเดียวกันก็มีอายุมากขึ้นด้วย ดังนั้นการเกิด PTS จึงเป็นผลการเกิดร่วมกันระหว่างอายุมากขึ้นและทำงานในเสียงดังมานานปี ในระยะแรกจะสูญเสียการได้ยินในช่วงความถี่ 3000-6000 เฮิทซ์ และที่มากที่สุดที่ 4000 เฮิทซ์[1, 2, 9] เห็นเป็นลักษณะ 4000 Hz - notch การสูญเสียการได้ยินที่ 4000 เฮิทซ์นี้จะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วในระยะ 5-15[1, 2] ปีแรกที่ได้รับเสียงดัง หลังจากนั้นอัตราการสูญเสียการได้ยินที่ความถี่นี้จะช้าลงและคงที่จนกระทั่งไม่สามารถรับฟังเสียงที่ความถี่นี้ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความดังของเสียงที่ได้รับ และความแตกต่างของแต่ละบุคคลที่จะสูญเสียการได้ยินยากง่ายไม่เท่ากัน ส่วนการสูญเสียการได้ยินที่ความถี่ 8000, 3000 และ 2000 เฮิทซ์จะเกิดตามมาและเกิดช้ากว่า 4000 เฮิทซ์ และถ้าทำงานในที่มีเสียงดังนาน 30 ปี จะทำให้สูญเสียการได้ยินลุกลามถึงความถี่ 1000 เฮิทซ์ และที่ความถี่ต่ำกว่านี้อย่างเห็นได้ชัด ทำให้ฟังเสียงคำพูดไม่ชัดเจน มีความลำบากในการฟังเสียงพูดมากขึ้น โดยเฉพาะเมื่ออยู่ในสิ่งแวดล้อมที่มีเสียงจอแจ เพราะสูญเสียการได้ยินในช่วงที่รับความถี่เสียงพูด 500-2000 เฮิทซ์ไปด้วย เรียกเสียงดังที่ทำให้เกิด PTS ว่า noise-induced permanent threshold shift (NIPTS)

**Acoustic trauma** เป็นผลจากการได้ยินเสียงดังที่จำกัดว่าได้รับเสียงดัง**เพียงครั้งเดียว หรือ 2-3 ครั้งเท่านั้น** เช่น เสียงปืน เสียงระเบิด เสียงพลุ ถ้าเป็นเสียงจากการระเบิด แรงระเบิดจะทำให้แก้วหูแตกหรือขาด กระดูกสามชิ้นเล็ก ๆ ในหูชั้นกลาง (ossicles) จะถูกทำให้หลุดออกจากกัน organ of corti ถูกทำลายหูชั้นในถูกทำลายได้อย่างมากมายทำให้สูญเสียการได้ยินได้อย่างมากจนถึงหูหนวก ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความดังของเสียงและความรุนแรงของแรงระเบิด

TTS, PTS และ acoustic trauma นอกจากจะทำให้สูญเสียการได้ยินแล้ว ยังทำให้เกิดเสียงดังในหู (tinnitus) ส่วนใหญ่จะเป็นเสียงดังในหูชนิดที่เป็นเสียงสูง (high pitch tinnitus) เช่น มีเสียงดัง วิ้ง ๆ วี้ ๆ วี๊ด ๆ หรือหึง ๆ คล้ายแมลงร้องในหู หรือมีเสียงเหมือนจั๊กจั่นเรไร หรือบางรายมีเสียงซ่า ๆ คล้ายเสียงน้ำตกดังในหู โดยเฉพาะหลังจากได้ยินเสียงปืนหรือระเบิดที่ดังมาก จะมีเสียงดังในหูอย่างรุนแรงเกิดขึ้นทันทีหลังได้รับเสียงดังกล่าว

## ผลของเสียงต่อสุขภาพทั่วไปของร่างกาย

เสียงดังมีผลต่อสุขภาพคือ ทำให้การทำงานของร่างกายที่ควบคุมโดยระบบประสาทอัตโนมัติ (autonomic nervous system) เปลี่ยนแปลง เช่น ระบบหัวใจและเส้นเลือด ทำให้การเต้นของหัวใจ (heart rate) เปลี่ยนแปลง ชีพจรเปลี่ยนแปลง ทำให้เส้นเลือดหดตัวและความดันโลหิตสูงขึ้น มีการเปลี่ยนแปลงเกี่ยวกับระบบย่อยอาหาร ระบบต่อมต่าง ๆ และระบบกล้ามเนื้อทำงานไม่ปกติ ทำให้มีความรู้สึกเหนื่อยและอ่อนเพลียง่าย ประสิทธิภาพในการทำงานลดลง เป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุในโรงงานอุตสาหกรรมได้บ่อยครั้ง

ผู้ที่ทำงานในที่เสียงดังและเป็นเสียงที่มีความถี่ต่ำ

ซึ่งทำให้เกิดการสั่นสะเทือน ๆ ต่อกระดูกไขสันหลังเมื่อทำงานเป็นเวลานานปี จะทำให้เป็นโรคปวดหลัง ทรวงอก โพรงจมูก และคอสั่นสะเทือน แก้วหูสั่นสะเทือนและรู้สึกมีแรงดันภายในหูชั้นกลาง[10] โดยเฉพาะคนงานที่ใช้เครื่องมือขุดเจาะ อัดแรงลมในการทำงาน (pneumatic drill operators) มีเสียงดังมาก ทั้งยังมีแรงสั่นสะเทือนมาก ทำให้อวัยวะต่าง ๆ สั่นสะเทือน กล้ามเนื้อหย่อนสมรรถภาพในการทำงาน เนื้อเยื่อหลอดเลือดบริเวณมือและแขนที่ได้รับการสั่นสะเทือนโดยตรงเสื่อมสมรรถภาพ ทำให้มือชาหรือมีความรู้สึกซ่า ๆ มีความรู้สึกต่อความร้อน ความเย็นลดลง เรียก white hand syndrom[1, 11] ซึ่งเป็นปัญหาสำคัญของแรงสั่นสะเทือน นอกจากนั้นเสียงดังและแรงสั่นสะเทือนจากเครื่องบินเฮลิคอปเตอร์ทหาร จะทำให้นักบินตาพร่า มองเห็นสิ่งต่าง ๆ ไม่ชัด เวียนศีรษะ เสียการทรงตัว และเกิดการสั่นสะเทือนขึ้นที่ช่องจมูก ทำให้รู้สึกคันต้องถูจมูกบ่อย ๆ ทำให้ผิวที่จมูกลอกเป็นประจำ

บางรายเสียงที่ดังมาก ๆ ทำให้กล้ามเนื้อเล็ก ๆ ที่ทำหน้าที่ป้องกันอันตรายจากเสียงดังซึ่งอยู่ในชั้นกลางหดตัวทันทีทันใด ทำให้กระดูกรูปโกลน (stapes) ถูกดึงโดยแรง มีผลให้ perilymphatic fluid เคลื่อนไหวโดยแรงแล้วส่งผ่านแรงไปกระตุ้นอวัยวะที่เกี่ยวกับการทรงตัว (semicircular canals) ด้วย ทำให้มีความรู้สึกหมุน (vertigo) และมีตากระตุก (nystagmus) ทันทีทันใด ปรากฏการณ์นี้เรียกว่า Tullio phenomenon[1, 12] โดยเฉพาะเมื่อได้ยินเสียงที่มีความถี่ต่ำดังมาก

เสียงดังมีผลทางด้านจิตใจโดยทำให้เกิดความรำคาญ รบกวนการทำงาน ทำให้เกิดความเครียด บางรายทำให้เกิดความกลัว ความโกรธ เพราะเสียงรบกวน การสนทนา รบกวนการพักผ่อน การนอนหลับและเมื่อตื่นขึ้นด้วยเสียงดังที่ไม่พึงปรารถนา จะทำให้หลับต่อไปได้ยากขึ้น เสียงดังที่เป็นอันตรายจะทำลายหู และทำลายสุขภาพของร่างกายอย่างช้า ๆ โดยไม่รู้สึกตัวแม้บางคนที่สามารถปรับตัวให้เคยชินกับเสียงดังได้ แต่โทษของเสียงที่ทำลายหูและสุขภาพยังคงดำเนินไปเรื่อย ๆ ตราบเท่าที่ทำงานอยู่ในที่เสียงดัง

การที่จะทราบว่าคนที่ทำงานในที่มีเสียงดังหูตึงลงจากเสียงดังหรือไม่ จะต้องมีการตรวจการได้ยินวัดระดับการได้ยิน (hearing threshold level) ในแต่ละหูที่ความถี่ 500, 1000, 2000, 3000, 4000 และ 6000 เฮิทซ์ ก่อนเข้าทำงานเพื่อเป็นหลักฐานในการเปรียบเทียบ เมื่อทำงานในที่มีเสียงดังครบแต่ละปีจะต้องมีการตรวจการได้ยินซ้ำ แล้วนำผลการได้ยินในแต่ละปีหลังจากทำงานในที่มีเสียงดังมาเปรียบเทียบกับระดับการได้ยินก่อนเข้าทำงาน ถ้ามีการสูญเสียการได้ยินที่ความถี่ 2000, 3000 และ 4000 เฮิทซ์มากกว่า 10 เดซิเบลในแต่ละหู จะต้องมีการตรวจการได้ยินซ้ำภายใน 1 เดือน ถ้าเป็น permanent threshold shift คนงานผู้นั้นจะต้องได้รับการตรวจทางแพทย์หู คอ จมูก (otolaryngological examination) อย่างละเอียดเพื่อหาสาเหตุ ถ้าพบว่าเกิดจากการทำงานในที่มีเสียงดัง คนงานผู้นั้นสามารถเรียกร้องค่าชดเชยจากนายจ้างได้ ก่อนตรวจการได้ยินคนงานจะต้องพักหูจากเสียงดังอย่างน้อย 48 ชั่วโมง และระหว่างระยะพักนี้จะต้องได้ยินเสียงไม่เกิน 80 dB A การตรวจการได้ยินในกรณีเช่นนี้ควรจะตรวจซ้ำอย่างน้อย 3 ครั้ง ต่างวันกัน เพื่อใช้เป็นหลักฐานประกอบการเรียกร้องค่าทดแทน[13]

## การป้องกันอันตรายจากเสียง

การป้องกันอันตรายจากเสียงมีหลายวิธีดังนี้คือ

### 1. ระยะพักหูจากเสียงดัง (rest intervals)

ระยะพักหูจากเสียงดังหมายถึง ระยะเวลาระหว่างการได้ยินเสียงดังครั้งแรกและครั้งต่อไป ซึ่งสำคัญมากถ้าการได้ยินเสียงดังครั้งแรกทำให้เกิด temporary threshold shift แล้วการได้ยินเสียงดังครั้งต่อไปจะต้องห่างจากครั้งแรกนานกว่า 16 ชั่วโมง เพื่อให้อวัยวะรับเสียงมีเวลาปรับตัวคืนสู่สภาวะปกติเสียก่อน ดังนั้น ถ้าคนงานทำงานในที่เสียงดังนาน 8 ชั่วโมง และมีระยะพักก่อนทำงานอีกในวันรุ่งขึ้น 16 ชั่วโมง จะทำให้เกิดหูตึงหรือหูหนวกได้ง่าย เพราะระยะพักไม่เพียงพอที่อวัยวะต่าง ๆ ในโคเคลียจะปรับสู่สภาพการทำงานปกติก็ได้รับเสียงดังมากเข้าสู่หูอีก ยิ่งเสียงที่ได้รับมีความดังมากขึ้นเท่าใด ระยะพักหูจากเสียงในแต่ละวันจะต้องมากขึ้นตามไปด้วย นั่นก็คือ ถ้าทำงานในที่มีเสียงดังมาก ๆ จะต้องทำงานเป็นระยะเวลาสั้นลงเพื่อให้มีระยะพักเสียงของหูนานกว่า 16 ชั่วโมง[1,7]

ดังนั้นผู้ที่ทำงานในที่มีเสียงดังเกิน 85 dB A จะต้องใส่เครื่องป้องกันหู (ear protectors) และทำงานไม่เกิน 8 ชั่วโมงต่อวัน ผู้ที่ทำงานในที่มีเสียงดังมากขึ้นจะต้องทำงานน้อยลง โดยได้ค่าแรงงานเต็มวันดังตารางที่ 1 แสดงระยะเวลาที่คนทำงานในที่เสียงดังมาก ควรจะทำงานไม่เกินระยะเวลากำหนดและจะต้องใส่เครื่องป้องกันหูทั้งสองข้างเพื่อให้มีระยะพักเสียงเพียงพอ และเพื่อลดความดังของเสียงที่เข้าสู่หูตามลำดับ

**Table 1.** Permissible Noise Exposures[7]

| Duration per day (hr./ day) | Sound level dB A |
|---|---|
| 8 | 90 |
| 6 | 92 |
| 4 | 95 |
| 3 | 97 |
| 2 | 100 |
| 1½ | 102 |
| 1 | 105 |
| ½ | 110 |
| ¼ or less | 115 |

**2. เครื่องป้องกันหู (Ear protectors)**

การลดเสียงที่เป็นอันตรายต่อหูวิธีหนึ่ง ได้แก่ ลดเสียงเข้าสู่หูโดยการใส่เครื่องป้องกัน (ear protectors) ซึ่งมีอยู่ 2 แบบ คือ

***1. ear muff*** เป็นเครื่องครอบหูปิดช่องหูชั้นนอกใบหู และบริเวณรอบ ๆ หู รูปร่างของ ear muff ส่วนใหญ่จะเหมือนกัน มีลักษณะเป็นรูปถ้วยทำด้วยยาง หรือพลาสติกครอบหูไว้ทั้งสองข้างและยึดไว้ด้วยสายคาดบนศีรษะ ระหว่างถ้วยที่ครอบกับหูจะมีอากาศกั้นอยู่เล็กน้อย มีประโยชน์ช่วยกันเสียงที่มีความถี่ต่ำได้ และวัสดุที่ใช้ทำถ้วยครอบหูควรเป็นวัสดุที่ดูดซึมเสียงที่มีความถี่สูงได้ดี จะสามารถลดความดังของเสียงต่ำได้ประมาณ 25[7] เดซิเบล ลดความดังของเสียงสูงได้ประมาณ 40 เดซิเบล[2, 7, 14]

***2. ear plug*** เป็นวัสดุที่ใช้อุดช่องหูชั้นนอกทั้งสองหู ทำด้วยวัสดุต่าง ๆ กัน เช่น ยาง พลาสติกนิ่ม ฟองน้ำ ฝ้าย กระดาษ ขี้ผึ้ง แก้ว และขนสัตว์ อายุการใช้งานสั้น ส่วนใหญ่มักจะใช้แล้วทิ้งเลย (disposable) แต่ก็สามารถล้างทำความสะอาดและใช้ซ้ำได้อีก ear plug ลดเสียงดังที่มีความถี่ต่ำได้ประมาณ 20 เดซิเบล ลดเสียงดังที่มีความถี่สูงได้ประมาณ 30 เดซิเบล[7] ทั้ง ear plug และ ear muff จะไม่มีช่องระบายอากาศเพราะช่องนี้จะนำเสียงดังเข้าสู่หูด้วย ดังนั้นอาจทำให้รู้สึกรำคาญร้อนและอับชื้นจากเหงื่อได้ง่าย

**3. การควบคุมเสียงดัง (Noise control)**

การควบคุมเสียงดังในสิ่งแวดล้อม ต้องใช้เทคนิคความรู้ และความชำนาญสูง และควรจะอยู่ภายใต้การดูแลของ acoustic engineers หรือ acoustic consultants ซึ่งสามารถควบคุมเสียงดังได้หลายวิธี แต่วิธีที่ดีที่สุดคือ ลดเสียงดังจากต้นกำเนิดเสียงโดยตรง ในบางครั้งอาจทำได้ยากหรือบางกรณีอาจจะทำไม่ได้ในทางปฏิบัติ ถ้าสามารถทำได้ควรจะลดเสียงจากต้นกำเนิดเสียงที่เป็นเครื่องมือเครื่องใช้และเครื่องจักร โดยการออกแบบเครื่องมือเครื่องใช้ (acoustic design of new equipment ) หรือดัดแปลงเครื่องจักรให้สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและไม่ทำให้เกิดเสียงดัง ดูแลซ่อมแซมเครื่องใช้และเครื่องจักรต่าง ๆ ให้อยู่ในสภาพที่สมบูรณ์ การออกแบบโครงสร้างของอาคารที่ทำงานให้มีการสะท้อนของเสียงน้อยลง มีกำแพงกั้นเสียงระหว่างเครื่องจักรและคนงาน มีฐานรองรับเครื่องจักรก่อนติดตั้งเครื่องจักร เพื่อลดการสั่นสะเทือนและไม่ทำให้เกิดเสียงดังมากเกินไป เนื่องจากการส่งผ่านแรงสั่นสะเทือนและการสะท้อนเสียงจากพื้นของโรงงานไปยังโครงสร้างรอบ ๆ ข้างและเพดานของโรงงานควรจะสูงเพื่อไม่ให้เกิดเสียงก้องสะท้อนได้ง่าย ถ้าไม่สามารถออกแบบเครื่องมือเครื่องจักรและโครงสร้างของอาคารดังที่กล่าวข้างต้นจะต้องแก้ไขโดยวิธีป้องกันมิให้เสียงจากเครื่องจักรรบกวนคนงานโดยสร้างกำแพงกั้นเสียงระหว่างพื้นที่ทำงานกับพื้นที่เครื่องจักร และพยายามเพิ่มระยะห่างระหว่างคนงานกับเครื่องจักรให้อยู่ห่างกันมากขึ้นเพื่อลดการอยู่ใกล้เสียงมากเกินไป นอกจากนั้นควรจะมีระบบการบริหารงานที่สับเปลี่ยนคนงานในที่ทำงานใกล้เสียงดังออกไปทำงานในหน้าที่อื่นซึ่งอยู่ไกลเสียง หมุนเวียนคนงานที่ทำงานในที่ไกลเสียงเข้ามาทำงานในที่มีเสียงดัง สลับหมุนเวียนกันไป เพื่อจะได้มีระยะพักจากเสียงดังได้มากขึ้น นอกจากนั้นสถานที่ตั้งของโรงงานอุตสาหกรรมควรจะแยกออกต่างหากจากถิ่นที่อยู่อาศัย

นอกจากเสียงดังในโรงงานอุตสาหกรรมแล้ว เสียงจากรถยนต์ตามท้องถนนจากเรือโดยเฉพาะเรือหางยาว เสียงจากการขนส่งขนาดใหญ่ เช่น รถสิบล้อ รถบรรทุกตู้สินค้า เสียงจากการก่อสร้างโครงสร้างอาคาร เสียงจากสถานเริงรมย์ ดิสโก้เธค สวนสนุกของเด็กที่มีอุปกรณ์การเล่นต่าง ๆ ล้วนแต่เสียงดังอันอึงอล โดยเฉพาะที่อยู่ตามห้างสรรพสินค้าต่าง ๆ ทำให้ประชาชนทั่วไปที่มีชีวิตอยู่ในเมืองได้รับความรำคาญ และได้รับอันตรายจากเสียงอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ เรียกการเกิดหูตึงในสภาพสังคมเช่นนี้ว่า sociacusis

การควบคุมเสียงในสถานเริงรมย์หรือดิสโก้เธค และสวนสนุกของเด็กควรจะมีวัสดุกันการสะท้อนของเสียงบุภายในสถานที่ และควบคุมเสียงดนตรีมิให้ดังมากจนเกินไป การควบคุมเสียงที่เกิดจากการจราจรและการคมนาคมอาจทำได้โดยการปลูกต้นไม้ใหญ่ริมถนนทั้งสองฟาก หรือโดยรอบสนามบิน ยิ่งปลูกต้นไม้โดยรอบได้มากกว่าหนึ่งแถวยิ่งดีเพื่อเป็นกำแพงกั้นเสียงโดยธรรมชาติและลดความดังของเครื่องยนต์ของพาหนะต่าง ๆ ลงด้วย

**4. กฎหมายควบคุมเสียงดัง**

ในเมืองไทยมีประกาศกรมการขนส่งทางบกเรื่อง เกณฑ์ของระดับเสียงที่เกิดจากเครื่องกำเนิดพลังงานของรถ เมื่อวันที่ 14 กันยายน 2527 และประกาศของกรมเจ้าท่า เรื่อง การใช้เครื่องวัดควันและเสียงดังของเรือกล เมื่อวันที่ 3 สิงหาคม 2527 มีใจความควบคุมเสียงดังอันเกิดจากรถที่ใช้ในการประกอบการขนส่งให้มีเสียงดังสูงสุดที่เกิดจากเครื่องยนต์และส่วนประกอบส่วนหนึ่งส่วนใดไม่เกิน 85 เดซิเบลเอ เมื่อตรวจสอบด้วยมาตรระดับเสียงที่ระยะห่าง 7.5 เมตร หรือไม่เกิน 100 เดซิเบลเอ ที่ระยะห่าง 0.5 เมตร จากปลายท่อไอเสียรถยนต์ เช่นเดียวกันกับเสียงดังจากเรือกลและส่วนประกอบส่วนใดส่วนหนึ่งของเรือกลเมื่อผูกอยู่กับที่และเร่งเครื่องยนต์ประมาณ 2 ใน 3 ของอัตรารอบสูงสุดของ **เครื่องนั้น เสียงจะต้องดังไม่เกิน 85 เดซิเบลเอ หรือไม่เกิน** 100 เดซิเบลเอ ที่ระยะห่าง 7.5 เมตร หรือ 0.5 เมตร ตามลำดับด้วย[15]

ประกาศของกระทรวงมหาดไทยเรื่อง โรคซึ่งเกิดขึ้นเนื่องกับการทำงาน หรือการเจ็บป่วยอันเป็นผลจากเสียงเป็นโรคซึ่งเกิดจากการทำงาน และเรื่องกำหนดงานที่อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพหรือร่างกายของลูกจ้าง ว่างานที่ต้องทำด้วยเครื่องมือซึ่งผู้ทำได้รับความสั่นสะเทือนอันอาจเป็นอันตรายให้เรียกร้องค่าทดแทนได้ ประกาศเมื่อ 16 เมษายน 2515 ต่อมาได้มีประกาศของกระทรวงมหาดไทยเรื่อง กำหนดการจ่ายค่าทดแทน ประกาศเมื่อ สิงหาคม 2515 ว่ากรณีที่ลูกจ้างต้องสูญเสียอวัยวะบางส่วนของร่างกายตามข้อ 54[2] แห่งประกาศกระทรวงมหาดไทย เรื่องการคุ้มครองแรงงานว่าให้มีระยะเวลาจ่ายค่าทดแทนตามประเภทการสูญเสียอวัยวะดังต่อไปนี้ ถ้าคนงานหูหนวกทั้งสองข้างจากการทำงานในที่มีเสียงดังให้นายจ้างจ่ายค่าทดแทนเป็นจำนวนเท่ากับเงินเดือนของลูกจ้างจำนวนสองปี ถ้าหูหนวกข้างหนึ่งข้างเดียว ให้จ่ายค่าทดแทนเป็นจำนวนเท่ากับเงินเดือนของลูกจ้างจำนวนสิบเดือน

ประกาศกระทรวงมหาดไทย เรื่องความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับภาวะแวดล้อม ประกาศในราชกิจจานุเบกษาเมื่อ 30 พฤศจิกายน 2519 ดังนี้

***หมวด 3 เสียง***

*ข้อ 13* ภายในสถานที่ประกอบการที่ให้ลูกจ้างคนใดคนหนึ่งทำงานดังต่อไปนี้

1. ไม่เกินวันละเจ็ดชั่วโมง ต้องมีระดับเสียงที่ลูกจ้างได้รับติดต่อกันไม่เกินเก้าสิบเอ็ดเดซิเบลเอ

2. เกินกว่าวันละเจ็ดชั่วโมง แต่ไม่เกินแปดชั่วโมง จะต้องมีระดับเสียงที่ลูกจ้างได้รับติดต่อกันไม่เกินเก้าสิบเดซิเบลเอ

3. เกินวันละแปดชั่วโมง จะต้องมีระดับเสียงที่ลูกจ้างได้รับติดต่อกันไม่เกินแปดสิบเดซิเบลเอ

*ข้อ 14* นายจ้างจะให้ลูกจ้างทำงานในที่ที่มีระดับเสียงเกินกว่าหนึ่งร้อยสี่สิบเดซิเบลเอมิได้

*ข้อ 15* ภายในสถานที่ประกอบการที่มีระดับเสียงที่ลูกจ้างได้รับติดต่อกันเกินกว่าที่กำหนดไว้ในข้อ 13 ให้นายจ้างแก้ไขหรือปรับปรุงสิ่งที่เป็นต้นกำเนิดของเสียงหรือทางผ่านของเสียงมิให้มีระดับเสียงดังเกินกว่าที่กำหนดไว้ในข้อ 13

*ข้อ 16* ในกรณีไม่อาจปรับปรุงหรือแก้ไขตามความในข้อ 15 ได้ ให้นายจ้างจัดให้ลูกจ้างสวมใส่ปลั๊กลดเสียงหรือครอบหูลดเสียงตามมาตรฐานที่กำหนดไว้ในหมวด 4 ตลอดเวลาที่ทำงาน

***หมวด 4 มาตรฐานเกี่ยวกับอุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคล***

*ข้อ 18* ปลั๊กลดเสียง (ear plugs) ต้องทำด้วยพลาสติกหรือยาง หรือวัตถุอื่น ใช้ใส่ช่องหูทั้งสองข้าง ต้องสามารถลดระดับเสียงลงได้ไม่น้อยกว่า 15 เดซิเบลเอ

*ข้อ 19* ครอบหูลดเสียง (ear muffs) ต้องทำด้วยพลาสติก หรือยาง หรือวัตถุอื่น ใช้ครอบหูทั้งสองข้าง ต้องสามารถลดระดับเสียงลงได้ไม่น้อยกว่า 25 เดซิเบลเอ

***หมวด 5 เบ็ดเตล็ด***

*ข้อ 25* ในกรณีที่พนักงาน เจ้าหน้าที่ตรวจพบว่าสภาพความร้อน แสงสว่าง หรือเสียง ในบริเวณสถานที่ประกอบการมิได้เป็นไปตามที่กำหนดไว้ในประกาศนี้ ให้พนักงานเจ้าหน้าที่ให้คำแนะนำตักเตือนเป็นหนังสือ ให้นายจ้างปฏิบัติการให้ถูกต้องภายในระยะเวลาที่กำหนดไว้[16]

## วิจารณ์

การควบคุมเสียงในสิ่งแวดล้อมในประเทศไทย นอกจากวิธีการดังกล่าวข้างต้นแล้วจำเป็นต้องให้ความรู้แก่ประชาชนโดยทั่วไปอย่างทั่วถึงเกี่ยวกับอันตรายของเสียงดังต่อหูและสุขภาพอนามัย และปลูกฝังค่านิยมให้รังเกียจเสียงดังทุกชนิด พยายามเปลี่ยนค่านิยมของวัยรุ่นบางคนที่ทำให้เสียงเครื่องรถยนต์และมอเตอร์ไซด์ดังเหมือนรถแข่ง การเปิดวิทยุดังมากภายในรถยนต์ หรือค่านิยมในการไปเที่ยวดิสโก้เธค ซึ่งมีเสียงดนตรีดังมาก และอยู่ในสถานที่ปิดทำให้มีการก้องสะท้อนของเสียงดังมากขึ้นอีก โดยพยายามให้เห็นถึงภัยอันตรายของการเกิดหูตึงหรือหูหนวกก่อนวัยอันสมควร และความทรมานจากเสียงดังรบกวนในหูที่อาจเกิดร่วมด้วย อัน

**เป็นอุปสรรคต่อการศึกษาและการประกอบอาชีพต่อไป ซึ่งผู้ใหญ่จะต้องเป็นตัวอย่างที่ดีของเด็ก ไม่สนับสนุนให้บุตรหลานใช้พาหนะที่มีเสียงดัง ไม่ไปเที่ยวตามสถานเริงรมย์ต่าง ๆ ไม่พาบุตรหลานเล็ก ๆ ไปเที่ยวตามสวนสนุกที่มีเสียงดังตามห้างสรรพสินค้าอธิบายให้เด็กเข้าใจถึงอันตรายของเสียงดัง ชักจูงให้เด็กมีส่วนช่วยทำให้เสียงในสิ่งแวดล้อมลดลง** ชีวิตของประชาชนทั่วไปและตัวของท่านเองจะปลอดภัยจากเสียงดัง

สำหรับเรื่องเสียงภายในโรงงานอุตสาหกรรม การที่จะควบคุมเสียงดังให้ได้ผลนั้นควรจะมีการทำงานร่วมกันระหว่างกองชีวะอนามัย กรมแรงงาน และชมรมนักโสตสัมผัสวิทยา โดยกองชีวะอนามัยทำหน้าที่วัดเสียงภายในโรงงานต่าง ๆ โรงงานใดมีสถานที่มีเสียงดังเป็นอันตรายต้องปิดป้ายบอกระดับเสียงเป็นเดซิเบลเอ (dB A) ณ ที่นั้น และแจ้งให้ทุกคนที่ทำงานหรือเข้าไปในบริเวณนั้นต้องใส่เครื่องอุดหู กรมแรงงานมีหน้าที่คุ้มครองคนงานให้ได้รับสวัสดิการเครื่องอุดหูทุกคนในที่มีเสียงดังเป็นอันตราย ช่วยดำเนินการให้นายจ้างจ่ายค่าชดเชยเมื่อเกิดกรณีหูตึงจากการทำงานนักโสตสัมผัสวิทยาจากชมรมโสตสัมผัสวิทยาทำหน้าที่[17] ตรวจวัดการได้ยินคนงานก่อนเข้าทำงานและเมื่อทำงานครบทุก ๆ ปี เพื่อเปรียบเทียบว่าการได้ยินเปลี่ยนแปลงไปหรือไม่ นอกจากนั้นควรจัดการอบรมคนงานและนายจ้างเจ้าของโรงงานอุตสาหกรรมให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับอันตรายของเสียงดังเพื่อให้เจ้าของโรงงานดังกล่าวจัดการเกี่ยวกับเครื่องจักรที่มีเสียงดัง ให้เสียงลดลงด้วยวิธีการต่าง ๆ ดังกล่าวแล้ว และจัดหาเครื่องอุดหูให้แก่ลูกจ้างด้วย ขณะเดียวกันให้ลูกจ้างได้มีความรู้เกี่ยวกับการป้องกันตนเองมิให้ถูกเสียงดัง โดยการใส่เครื่องอุดหูทั้งสองข้าง ถ้าเจ้าของโรงงานไม่จัดการลดเสียงดังและไม่มีเครื่องอุดหูให้ลูกจ้างจะต้องมีความผิดตามกฎหมายหรือลูกจ้างรายใดไม่ใส่เครื่องอุดหูขณะทำงานในที่มีเสียงดังอาจจะไม่ได้รับพิจารณาค่าชดเชยเพราะไม่ปฏิบัติตามระเบียบที่วางไว้ **ตลอดทั้งกรรมกรก่อสร้างหรือลูกจ้างรายวันแต่ต้องทำงานในที่มีเสียงดังเป็นอันตราย ควรจะต้องได้รับการคุ้มครองเช่นเดียวกันด้วย**

นอกจากนั้นสิ่งที่สำคัญมากคือ ผู้รักษากฎหมายและเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมเสียงดังให้เป็นไปตามกฎหมาย จะต้องรักษาหน้าที่อย่างเคร่งครัด ทั้งการควบคุมเสียงดังจากการจราจรทั้งทางบก ทางน้ำ เสียงดังในโรงงานอุตสาหกรรม สถานเริงรมย์ และสวนสนุกของเด็ก ตลอดจนเสียงดังจากเครื่องขยายเสียงต่าง ๆ ในแหล่งชุมชน เมื่อพบผู้ใดทำผิดก่อให้เกิดเสียงดังที่เป็นอันตรายต่อหูและสุขภาพแล้วควรจะต้องปฏิบัติตามกฎหมายทันทีเพื่อประโยชน์แก่ส่วนรวม และเป็นเยี่ยงอย่างมิให้มีผู้อื่นปฏิบัติผิดกฎหมายอีก

## สรุป

เสียงดังมีอันตรายอย่างมากมายทั้งต่อหูโดยตรง ทำให้หูตึงหรือหูหนวก และต่อสุขภาพร่างกายทั่ว ๆ ไปอย่างมากมาย และเป็นอันตรายที่มองไม่เห็น ค่อย ๆ คุกคามการได้ยินและสุขภาพอย่างช้า ๆ จนกระทั่งหูตึงมากหรือหูหนวกแล้วจึงรู้สึกถึงความลำบาก และเป็นโรคที่รักษาไม่หายไม่ว่าด้วยการรักษาทางยาหรือการผ่าตัด ดังนั้นถ้ามีการเผยแพร่ให้ความรู้แก่ประชาชนอย่างกว้างขวางเป็นระยะ ๆ ทีละเล็กทีละน้อยให้ซึมทราบถึงอันตรายของเสียงดัง และมีการปราบปรามและปฏิบัติการของผู้รักษากฎหมายและเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมเสียงดังอย่างเคร่งครัดแล้ว เชื่อแน่ว่าเราจะอยู่ในโลกนี้อย่างเงียบสงบลงบ้างในอนาคตที่ไม่ไกลนัก

## อ้างอิง

1. Alberti PW. Noise and the ear. In : Ballantyne J, Groves J, eds. Disease of the Ear, Nose and Throat. London : Butterworth, 1979. 551-622
2. Jerger S, Jerger J. Noise-Induced hearing loss. In : Jerger's and Jerger J. Auditory Disorders. Boston : Little, Brown, 1981. 119-124
3. Sheldon N, Sokol H. Dental Drill Noise and Hearing Conservation. N Y State Dent 1984 Nov; 50(9) : 557-561
4. Keipert JA. The harmful effects of noise in a children's ward. Aust Paediatr J 1985 May; 21(2) : 101-103
5. สุนันทา พลปัถพี, วิทูร อัตนโถ, ศุภชัย รัตนมณีฉัตร, วิชัย เทียนถาวร. ประสาทหูเสื่อมเนื่องจากเสียงดังที่เกิดขึ้นในผู้ขับสามล้อเครื่อง. รายงานการประชุมวิชาการประจำปี สมาคมโสต ศอ นาสิกแพทย์แห่งประเทศไทย. เล่ม 3. 19 มกราคม 2523. 1-18

6. สุนันทา พลปัถพี, สมศรี จิระพงษ์. ประสาทหูเสื่อมในผู้ขับเรือหางยาว. วารสารหู คอ จมูก และใบหน้า 2529 มกราคม; 1(1) : 11-20
7. Melnick W. Industrial hearing conservation. In : Katz J, ed. Handbook of Clinical Audiology. Baltimore : Williams and Wilkins, 1978. 61-76
8. Bohne BA, Zahn SJ, Bozzay DG. Damage to the codhlea following interrupted exposure to low frequency noise. Ann Otol Rhinol Laryngol 1985 Mar-Apr; 94(2 pt. 1) : 122-128
9. Ward D. Noise-Induced hearing damage. In : Paparella MM, Shumrick DA. Otolaryngology. Vol. 2 Philadelphia : W.B. Sawnders, 1973. 377-390
10. Kryter KD. Extra-auditory effects of noise. In : Henderson D, Hamernik RP, Dosanjh DS, Mills JH, eds. Effects of Noise on Hearing. New York : Raven Press, 1976. 531-546
11. Vestbo J, Vestho I, Larsen KO, Nielsen SL. Is low intensity vibration harmful to the digits? Br J Ind Med 1985 Aug; 42(8) : 565-566
12. Schuknecht H. Pathology of the Ear. Cambridge : Harvard University Press, 1974. 133
13. สมาคมโสต ศอ นาสิกแพทย์แห่งประเทศไทย, การพิจารณาการสูญเสียสมรรถภาพของหู. รายงานการประชุมวิชาการประจำปี สมาคมโสต ศอ นาสิกแพทย์แห่งประเทศไทย. เล่ม 3. 19 มกราคม 2523. 35-40
14. Alberti PW, Riko K. The Otolaryngologist and hearing protectors. Otolaryn Clin North Am 1984 Nov; 17(4) : 633-640
15. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ร่วมกับ สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ. รายงานการสนทนาโต๊ะกลม เรื่องแนวทางการแก้ไขปัญหาเสียงรบกวนจากยานพาหนะ. กองมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ. กรกฎาคม 2529, 46-49
16. สวัสดิการศาลแรงงานกลาง, หน่วย. รวมกฎหมายแรงงาน. พิมพ์ครั้งที่ 3. มกราคม 2529
17. Miller MH. The audiologist's role in occupational hearing conservation. J Am Speech Hear Assoc 1976 Dec; 18(12) : 846-849