ผลกระทบของมลภาวะทางเสียงต่อการสูญเสียการได้ยินของกำลังพลกองทัพบกที่มีความเสี่ยงจากการปฏิบัติงาน

เอกสารวิจัยส่วนบุคคล

โดย

พันเอก ศวยส เหรียญมณี

นายแพทย์ผู้เชี่ยวชาญ สำนักงานแพทย์ทหาร
กรมยุทธบริการทหาร กองบัญชาการกองทัพไทย

วิทยาลัยการทัพบก

กันยายน 2562

เอกสารวิจัยเรื่อง ผลกระทบของมลภาวะทางเสียงต่อการสูญเสียการได้ยินของกำลังพลกองทัพบกที่มีความเสี่ยงจากการปฏิบัติงาน

โดย พันเอก ศวยส เหรียญมณี

อาจารย์ที่ปรึกษา พลตรี พิศณุ คงเมือง

วิทยาลัยการทัพบก อนุมัติให้เอกสารวิจัยส่วนบุคคลฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรหลักประจำ วิทยาลัยการทัพบก ปีการศึกษา 2562 และเห็นชอบให้เป็นเอกสารวิจัยส่วนบุคคลที่อยู่ในเกณฑ์ระดับ

พลตรี **ผู้บัญชาการวิทยาลัยการทัพบก**
(ธีระพงษ์ เย็นอุทก)

คณะกรรมการควบคุมเอกสารวิจัยส่วนบุคคล

พลตรี **ประธานกรรมการ**
(พิศณุ คงเมือง)

พลตรี **ผู้ทรงคุณวุฒิที่ปรึกษา**
(พงษ์เทพ หารชุมพล)

พันเอก **กรรมการ**
(ฉกาจ ขันตี)

พันเอก **กรรมการ**
(นิพนธ์ บุญศิริ)

พันเอก **กรรมการ**
(ภรัถ เทียนทองดี)

พันโทหญิง **กรรมการ**
(ธัญนุช สิงหพันธุ์)

บทคัดย่อ

ผู้วิจัย พันเอก ศวยส เหรียญมณี

เรื่อง ผลกระทบของมลภาวะทางเสียงต่อการสูญเสียการได้ยินของกำลังพลกองทัพบกที่มีความเสี่ยงจากการปฏิบัติงาน

วันที่ กันยายน 2562 **จำนวนคำ :** 6,802 **จำนวนหน้า :** 19

คำสำคัญ ผลกระทบ, มลภาวะทางเสียง, การสูญเสียการได้ยิน, ประสาทหูเสื่อม

ชั้นความลับ ไม่มีชั้นความลับ

การสูญเสียการได้ยินของกำลังพลกองทัพบก เกิดจากการสัมผัสกับเสียงดังต่อเนื่องเป็นเวลานาน พบบ่อยในกำลังพลที่ทำงานอยู่ในสิ่งแวดล้อมเสียงดัง เช่น กำลังพลทำงานในสนามยิงปืน โรงงานอุตสาหกรรมทหาร สนามบิน ผู้ฝึกทหาร เป็นต้น เป็นโรคที่ค่อย ๆ เกิดขึ้นใช้เวลาเป็นปีหรือหลายปี โดยมีองค์ประกอบที่ทำให้เกิดประสาทหูเสื่อมจากเสียง คือ ระดับความดังของเสียงที่ได้รับ ชนิดของเสียงดัง ระยะเวลาที่ทำงานในที่เสียงดัง ความแตกต่างระหว่างบุคคล ความไวของหูที่แตกต่างกันในแต่ละบุคคล และลักษณะของอาคาร หรือสถานที่ทำงาน ลักษณะผลการตรวจการได้ยิน จะมีการเสื่อมการได้ยินทั้งสองข้างโดยสูญเสียการได้ยินในช่วงความถี่ 4000 - 6000 เฮิร์ท มากที่สุด สำหรับการป้องกันการเกิดประสาทหูเสื่อมจากเสียง ได้แก่ การหลีกเลี่ยงการสัมผัสเสียงดัง การบังคับ และเข้มงวดในการใช้อุปกรณ์ป้องกันเสียง การใช้อุปกรณ์ป้องกันเสียงที่มีประสิทธิภาพดี และราคาถูก เช่น อุปกรณ์ป้องกันเสียงชนิด 5 ปีก การควบคุมแหล่งกำเนิดเสียง และเวลาที่สัมผัสเสียง การตรวจการได้ยินที่เหมาะสม การให้ความรู้เรื่องมลภาวะทางเสียง และการป้องกันอันตรายจากเสียงดัง การจัดทำโครงการป้องกันการสูญเสียการได้ยิน หรือโครงการอนุรักษ์การได้ยิน

ABSTRACT

AUTHOR : Colonel Sawayot Rianmanee

TITLE : Effects of Noise Pollution to Noise-Induced Sensorineural Hearing Loss in High Risk Army Troops.

DATE : September, 2019 **WORD COUNT :** 6,802 **PAGES :** 19

KEY TERMS : Effects Noise-Induced Sensorineural Hearing Loss

CLASSIFICATION : Unclassified

Noise-induced sensorineural hearing loss in the army troops is due to prolonged exposure to loud noise. It is often found in people who worked in loud noise environment such as shooting gallery, military industrial factory, airport, military trainer, etc. It is a disease that gradually occurs by takes a year or several years. The components of hearing loss depend on sound levels, types of sound, duration of working, individual conditions, susceptibility of ears and styles of building or work place. The result of the hearing test common shows impaired hearing level both ears by most dropping in frequency range of 4000-6000 Hertz. The preventions of noise-induced sensorineural hearing loss are avoiding exposure to loud noise, enforcement and strictly using of sound protection devices, using of effective and cheap sound protection devices such as 5-wings sound protection devices, controlling of noise source and working time, good and proper hearing test, education about noise pollution and prevention, prevent hearing loss or hearing conservation projects.

กิตติกรรมประกาศ

เอกสารวิจัยส่วนบุคคลฉบับนี้ สำเร็จลงได้ด้วยความกรุณาจากคณาจารย์ของวิทยาลัยการทัพบกทุกท่านที่กรุณาประสิทธิประสาทวิชา ให้ความรู้และประสบการณ์ที่ทรงคุณค่าอย่างยิ่ง รวมทั้งอาจารย์ที่ปรึกษาที่กรุณาให้คำแนะนำแนวทางในการจัดทำเอกสารวิจัยส่วนบุคคล และตรวจสอบต้นฉบับอย่างละเอียด จนทำให้งานวิจัยนี้เสร็จสมบูรณ์ นอกเหนือจากข้อแนะนำทางวิชาการ อันเป็นประโยชน์ในการวิจัยแล้ว ยังได้รับกำลังใจและคำชี้แนะที่ทำให้เห็นหนทางแห่งความสำเร็จอีกด้วย ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ พลตรี รองศาสตราจารย์ พงษ์เทพ หารชุมพล ผู้ทรงคุณวุฒิที่ปรึกษา, พลตรี พิศณุ คงเมือง ประธานกรรมการ, พันเอก ฉกาจ ขันตี กรรมการ, พันเอก นิพนธ์ บุญศิริ กรรมการ, พันเอก ภรัถ เทียนทองดี กรรมการ และพันโทหญิง ธัญนุช สิงหพันธุ์ กรรมการ ที่กรุณาให้คำแนะนำและคำปรึกษาในการทำวิจัยครั้งนี้ ทำให้งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ลงได้สมตามความมุ่งหวัง ความดีอันเกิดจากผลงานการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยขอมอบให้ผู้ที่มีส่วนร่วมในงานวิจัยดังกล่าวข้างต้นทุกท่านด้วยความเคารพ

ผลกระทบของมลภาวะทางเสียงต่อการสูญเสียการได้ยินของกำลังพลกองทัพบกที่มีความเสี่ยงจากการปฏิบัติงาน

การจัดกองทัพบกให้มีความพร้อมรบอย่างต่อเนื่อง และทันสมัย ถือเป็นยุทธศาสตร์และแผนพัฒนาที่สำคัญยิ่ง หนึ่งในเรื่องที่สำคัญที่สุด คือความพร้อมรบ โดยเน้นให้กำลังพลมีสุขภาพร่างกายแข็งแรง และแข็งแกร่งอย่างทหาร ให้มีความรู้ความสามารถ มีระเบียบวินัย และมีคุณธรรมจริยธรรม [1]

การสูญเสียการได้ยินของกำลังพลกองทัพบก เป็นปัญหาทางสุขภาพที่สำคัญอย่างหนึ่งของกำลังพล เกิดจากการสัมผัสกับเสียงดังต่อเนื่องเป็นเวลานาน พบบ่อยในกำลังพลที่ทำงานอยู่ในสิ่งแวดล้อมเสียงดัง มีความเสี่ยงต่อการสูญเสียการได้ยิน อาทิเช่น กำลังพลทำงานในสนามยิงปืน โรงงานอุตสาหกรรมทหาร สนามบิน ผู้ฝึกทหาร เป็นต้น [2]

การสูญเสียการได้ยิน เป็นภาวะการเสื่อมของประสาทหู เนื่องจากการสัมผัสกับเสียงดังของสิ่งแวดล้อม พบบ่อยเป็นอันดับ 2 ของการสูญเสียการได้ยิน รองจากประสาทหูเสื่อมในผู้สูงอายุ เป็นโรคที่ค่อยๆเกิดขึ้น ใช้เวลาเป็นปีหรือหลายปี การสูญเสียการได้ยินมักเป็น 2 ข้างใกล้เคียงกัน โดยความรุนแรงขึ้นกับ ระดับความดังของเสียงที่ได้รับ ชนิดของเสียงดัง ระยะเวลาที่ทำงานในที่เสียงดัง ความแตกต่างระหว่างบุคคล ความไวของหูที่แตกต่างกันในแต่ละบุคคล และลักษณะของอาคารหรือสถานที่ทำงาน [3]

มลภาวะทางเสียง เป็นสภาวะที่เกิดขึ้นจากการสัมผัสเสียงดังเกินกว่า 85 เดซิเบล ต่อเนื่องสะสมกันเป็นเวลานาน หรือสัมผัสกับเสียงดังมากๆ จนทำให้เกิดการสูญเสียการได้ยิน [4]

การสูญเสียการได้ยินจากมลภาวะทางเสียง ทำลายคุณภาพชีวิตของผู้ป่วย เป็นภาวะที่ไม่สามารถรักษาการได้ยินกลับคืนสภาพเดิมได้ แต่สามารถป้องกันได้ด้วยวิธีการที่ไม่สิ้นเปลืองมาก โดยให้กำลังพลใส่เครื่องป้องกันเสียง และคอยตรวจเฝ้าระวังการได้ยิน

การสูญเสียการได้ยินจากมลภาวะทางเสียง เป็นปัญหาสำคัญและต่อเนื่องของกำลังพลกองทัพบก จึงมีความจำเป็นต้องศึกษาถึงภาวะดังกล่าว เพื่อจะได้เข้าใจ และสามารถหาแนวทางการป้องกันไม่ให้เกิดโรคต่อไป

ลักษณะเสียงดังจากเสียงอาวุธปืนและวัตถุระเบิด

เสียงดังที่เป็นอันตรายต่อประสาทหู แบ่งเป็น 4 ประเภท [5] คือ
1. เสียงที่ดังติดต่อกัน (Continuous Noise หรือ Steady State Noise) โดยความดังเปลี่ยนแปลงไม่เกิน 5 เดซิเบล
2. เสียงที่ดังขึ้น ๆ ลง ๆ ตลอด (Fluctuating Noise) โดยความดังเปลี่ยนแปลงมากกว่า 5 เดซิเบล
3. เสียงที่เปลี่ยนความดังอย่างรวดเร็ว (Impulse หรือ Impact Noise หรือ Non - steady State Noise) เป็นเสียงที่มีช่วงความดังสูงสุดสั้น และเสียงหายไปอย่างรวดเร็ว คือ น้อยกว่า 500 มิลลิวินาที
4. เสียงที่ดังไม่ติดต่อกัน (Intermittent Noise) ซึ่งขณะที่มีเสียงดังรบกวนอยู่ในระดับอันตราย เกิดเสียงรบกวนที่มีความดังไม่มากนักขึ้นด้วย

Impulse Noise แบ่งเป็น 2 แบบ คือ เสียงที่เกิดจากการกระทบของวัตถุ 2 ชิ้น เช่น ค้อนกับตะปู และเสียงที่เกิดจากการระเบิดที่มีแรงอัด หรือการขยายของก๊าซอย่างทันทีทันใด เช่น ปืนและระเบิด โดยการเกิดเสียง Impulse นี้ เกิดได้ใน 2 ลักษณะ คือ การเกิดเสียงในที่เปิดโล่ง และในที่ปิดซึ่งมีการสะท้อนของเสียงร่วมด้วย

Impulse Noise จากการยิงปืน เกิดจากการระเบิดของดินระเบิด ทำให้โมเลกุลของอากาศกระจายจากจุดศูนย์กลางรอบ ๆ ปากกระบอกปืน ต่อมาเกิดความดันเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วจนทำให้ความดันนั้นเคลื่อนที่ได้เร็วกว่าความเร็วเสียง เกิดเป็น Shock Wave ขึ้น แล้วจึงเกิดคลื่นเสียง Impulse ซึ่งทำให้การสั่นสะเทือนของโมเลกุลมีความเร็วเท่าความเร็วเสียง [6]

การได้ยินเสียงปืนนั้น จะได้ยินเสียงลั่นดังเปรี้ยง (Crack) และเสียงดังก้อง (Boom) เสียงลั่นเปรี้ยงเกิดจากการเคลื่อนที่ของกระสุนปืน ส่วนเสียงดังก้องเกิดจากการระเบิดของก๊าซที่ปากกระบอกปืน ได้ยินหลังจากเกิดเสียงลั่นเปรี้ยง ประมาณ 1 วินาที ผู้ที่อยู่ใกล้ปืนขณะยิง จะไม่สามารถแยกเสียงทั้งสองนี้ได้ เพราะเสียงเกิดขึ้นในเวลาใกล้กัน [7]

ประเภทความผิดปกติของการได้ยิน

การเสียการได้ยิน แบ่งเป็นประเภทใหญ่ๆได้ 5 ประเภท [8] คือ

1. ทางนำเสียงเสีย (Conductive Hearing Loss) ความพิการจะอยู่ในหูชั้นนอก และ/หรือ หูชั้นกลาง เกิดการอักเสบติดเชื้อ หรือกลไกการนำเสียงของหูชั้นกลางบกพร่อง เช่น เยื่อแก้วหูทะลุ กระดูกหู 3 ชิ้นหลุด ความพิการชนิดนี้ สามารถรักษาให้หายได้ด้วยการรับประทานยา หรือการผ่าตัด
2. ประสาทรับเสียงเสีย (Sensorineural Hearing Loss) ความพิการจะอยู่ในหูชั้นในบริเวณส่วนรับเสียงหรือเส้นประสาท เช่น ประสาทหูเสื่อมจากเสียงระเบิด การรักษามักไม่ได้ผล
3. การเสียการได้ยินประเภทผสม ทั้งทางนำเสียงเสีย และประสาทรับเสียงเสีย (Mixed Hearing Loss) ความพิการจะอยู่ในหูชั้นนอก และ/หรือ หูชั้นกลาง และมีความพิการของประสาทหูชั้นในร่วมด้วย เช่น โรคหูน้ำหนวกเรื้อรัง การรักษาได้ผลบ้าง
4. การแปลความหมายผิดปกติ (Central Hearing Loss) มีความพิการที่สมอง เช่น เส้นเลือดในสมองแตก ศูนย์การรับฟังไม่สามารถใช้การได้ ทำให้ไม่สามารถเข้าใจความหมายของเสียง รักษายากมาก
5. การเสียการได้ยินที่มีสาเหตุจากจิตใจ (Functional Hearing Loss) มีความพิการเกิดขึ้นจากจิตใจผิดปกติ หรือแกล้งทำเป็นหูไม่ได้ยิน (Malingering Hearing Loss)

สำหรับการเสียการได้ยินเนื่องจากเสียงนั้น เกิดได้ 2 แบบ คือ โรคประสาทหูเสื่อมจากเสียง (Noise-Induced Hearing Loss) ซึ่งการเสื่อมการได้ยิน อาจเกิดจากเสียงที่ดังเป็นระยะ ๆ (Interrupted Noise) หรือเสียงที่ดังติดต่อเป็นระยะเวลานาน ๆ (Continuous Noise) และประสาทหูพิการทันที เมื่อได้รับเสียงดังมาก ๆ (Acoustic Trauma) [9]

ผลของเสียงดังต่อการได้ยิน

เสียงที่ดังมากเกินไป จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงต่อระบบการได้ยิน 2 แบบ คือ การได้ยินเสียไปชั่วคราวแล้วสามารถกลับคืนดีได้ (Temporary Threshold Shift, TTS) ขึ้นอยู่กับพื้นฐานความไวของหู (Susceptibility) มักใช้เวลาไม่กี่ชั่วโมง ถึง 2 - 3 วัน ไม่เกิน 10 วัน และการได้ยินเสียไปอย่างถาวร (Permanent Threshold Shift, PTS) การได้ยินจะไม่กลับคืน แม้จะหยุดรับเสียงดังเป็นเวลานานแล้วก็ตาม [10]

เมื่อได้รับเสียงดัง ๆ เซลขนภายในหูชั้นในจะถูกทำลาย เนื่องจากได้รับพลังงานเสียงมากเกินกว่าที่ระบบการได้ยินจะทนได้ จะถูกทำลายมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับ ความรุนแรงของเสียงที่ได้รับ โดยที่เซลขนชั้นนอก และส่วนประกอบใกล้เคียงจะถูกทำลายก่อน ถ้าเซลขนชั้นนอกถูกทำลายหมด จะทำให้มีการได้ยินเสื่อมประมาณ 50 เดซิเบล ถ้าถูกทำลายเป็นจำนวนมาก ทำให้การได้ยินเสื่อมแบบชั่วคราวประมาณ 10-20 เดซิเบล ส่วนที่ถูกทำลายต่อมา คือ เซลขนชั้นใน และส่วนประกอบของ Organ of Corti ที่เหลืออยู่ ทำให้เซลขนขาดออกซิเจนและทำหน้าที่ผิดปกติไป สารเคมีซึ่งเป็นองค์ประกอบของน้ำในอวัยวะก้นหอยเปลี่ยนแปลงไป ถ้าได้รับเสียงดังต่อไปจะเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างถาวรได้ ซึ่งถ้าได้รับเสียงดังนานเป็นปี ๆ จะทำให้เซลรับเสียง และประสาทรับเสียงเสีย บริเวณฐานของอวัยวะก้นหอยถูกทำลาย ทำให้มีการได้ยินเสื่อมที่ความถี่สูง [11]

การที่เซลขนชั้นนอก มีความไวมากต่อเสียง เพราะกายวิภาค และกลไกการทำงานของเซลขนเอง ไม่ได้เกิดจากระบบสรีระวิทยาของระบบประสาทรับเสียง เนื่องจากเซลขนชั้นนอก ตั้งอยู่บริเวณส่วนกลางของ Basilar Membrane ในขณะที่เซลขนชั้นใน ตั้งอยู่บนเนื้อเยื่อเกี่ยวพันที่มีความแข็งแรง และถูกป้องกันไว้อย่างดี จากการสั่นสะเทือนของน้ำจากพลังงานเสียง จึงทำให้เซลขนชั้นใน แข็งแรงกว่าเซลขนชั้นนอก [12]

การเริ่มมีประสาทหูเสื่อมจากเสียงนั้น พบว่า เซลขนที่ฐานอวัยวะก้นหอยมีการเสื่อมมากที่สุดที่ 10 - 12 มิลลิเมตร เซลขนชั้นนอกถูกทำลายมากกว่าเซลขนชั้นใน และมีการทำลายของเซลขนชั้นนอกบริเวณฐานก้นหอย ซึ่งรับเสียงความถี่สูงมากกว่าบริเวณยอดของก้นหอย ซึ่งรับเสียงความถี่ต่ำ โดยมีการเสื่อมมากที่สุดที่บริเวณ 9 - 13 มิลลิเมตรของก้นหอย สัมพันธ์กับช่วงการได้ยินที่ความถี่ 4000 เฮิร์ท ซึ่งความถี่นี้ ขณะได้ยินเสียงดังจะมีการเปลี่ยนแปลงมากที่สุด โดยปกติหูคนจะมีความไวต่อคลื่นเสียงที่ความถี่ 3000 - 4000 เฮิร์ทนี้ ถ้าเสียงรบกวนเป็นเสียงที่ดังมาก ๆ จะมีจุดเสื่อมการได้ยินมากที่สุดที่ความถี่ 6000 เฮิร์ท เสียงที่ดังน้อยกว่า จะมีจุดเสื่อมการได้ยินมากที่สุดที่ความถี่ 4000 เฮิร์ท หรือต่ำกว่า การได้รับเสียงดังเป็นระยะ ๆ จะทำให้เสื่อมการได้ยินสูงสุดที่ความถี่ 6000 เฮิร์ท หรือสูงกว่า [13]

ประสาทหูเสื่อมทันทีจากเสียง (Acoustic Trauma) เช่น จากเสียงระเบิด อาจพบแก้วหูทะลุ กระดูกหู 3 ชิ้นหลุด หรือหัก ร่วมกับมีการทำลายบริเวณคอเคลียด้วย

ปัจจัยสำคัญต่อการทำลายของหูจากเสียงระเบิด คือ แรงกดดันจากเสียงระเบิด คลื่นที่แรงนี้จะกดดันเยื่อแก้วหูผ่านกระดูกหู และหน้าต่างรูปไข่ (Oval Window) เข้าไปทำให้เกิดแรงดันต่อน้ำ Perilymph ใน Scala Vestibuli ถ้าเยื่อแก้วหูทะลุ แรงดันเสียงจะเข้าสู่หน้าต่างรูปกลม (Round Window) และส่งผ่านไปยัง Perilymph ของ Scala Tympani คลื่นแรงดันจะผ่านไปยัง Endolymph ของคอเคลีย และส่วนรับเสียง ดังนั้น ส่วนรับเสียง เส้นประสาทรับเสียง และเส้นเลือดฝอย จะถูกทำลายอย่างรุนแรง และถาวร [14]

อันตรายจากเสียงปืนในระยะแรก ๆ จะทำให้หูเสื่อม แบบเสียการได้ยินชนิดชั่วคราว ขึ้นกับพื้นฐานความไวของหู (Susceptibility) ของแต่ละคน กล่าวคือ การได้ยินที่เสียไป จะค่อย ๆ กลับคืนดีขึ้นสู่สภาพปกติ หรือเกือบปกติ ภายในเวลา 24 - 48 ชั่วโมง แต่ถ้ายังคงได้รับเสียงปืนซ้ำ ๆ เป็นเวลานาน ๆ จะทำให้เสียการได้ยินชนิดถาวร [15]

เสียงปืน มีเสียงดังทันทีสั้น ๆ ซึ่งการยิงซ้ำ ๆ กัน มีความสำคัญในแง่ของการทำให้เสียการได้ยินแบบชั่วคราว และในแง่อันตรายต่อหู ปฏิกิริยาตอบโต้โดยกล้ามเนื้อในหูชั้นกลาง จะมีระยะพัก 10 มิลลิวินาที วัดตั้งแต่มีเสียงดังจนถึงเวลาตั้งต้นของปฏิกิริยาตอบของกล้ามเนื้อ Stapedius ในคน ส่วนกล้ามเนื้อ Tensor Tympani นั้น จะมีระยะพักนานกว่า การมีระยะพักนี้ ทำให้หน้าที่ป้องกันต่อเสียง เป็นไปไม่สมบูรณ์พอ เสียงที่ดังปานกลาง จะได้ค่าเฉลี่ยของระยะพักนี้ประมาณ 44 มิลลิวินาที ดังนั้น เสียงที่ดังแรงทันทีเพียงครั้งเดียว อาจทำร้ายการรับฟังเสียงของหูนั้น ก่อนที่จะมีเวลาพอให้เกิดปฏิกิริยาป้องกันนี้ได้ทัน [16]

การยิงปืนในห้องที่มีผนังกั้น ทำให้เกิดคลื่นความดันเสียงขึ้นปริมาณมาก การระเบิดของก๊าซที่ปากกระบอกปืน และการสะท้อนของคลื่นหลายครั้งก่อนเข้าสู่หูผู้ฟัง โดยสูญเสียพลังงานเพียงเล็กน้อย ผลของการเพิ่มจำนวนคลื่นมากขึ้น จะเป็นสาเหตุทำให้เกิดประสาทหูเสื่อมทันทีจากเสียงได้ไวกว่า การยิงปืนในที่โล่ง และคลื่นสะท้อนนี้จะทำอันตรายต่อหูทั้งสองข้างได้เท่า ๆ กัน

องค์ประกอบที่ทำให้เกิดประสาทหูเสื่อมจากเสียง

องค์ประกอบสำคัญ ที่ทำให้เกิดลักษณะประสาทหูเสื่อมจากเสียง มีดังนี้

1. ระดับความดังของเสียงที่ได้รับ
2. ชนิดของเสียงดัง
3. ระยะเวลาที่ทำงานในที่เสียงดัง
4. ความแตกต่างระหว่างบุคคล
5. ความไวของหู (Susceptibility) ที่แตกต่างกันในแต่ละบุคคล
6. ลักษณะของอาคาร หรือสถานที่ทำงาน

ในแต่ละองค์ประกอบ สามารถอธิบายรายละเอียดได้ดังนี้ คือ

1. ระดับความดังของเสียงที่ได้รับ องค์การอนามัยโลกได้กำหนดไว้ว่า เสียงดังที่เป็นอันตรายหมายถึง เสียงที่ดังเกิน 85 เดซิเบล ที่ทุกความถี่ ซึ่งได้มีการกำหนดระดับเสียงและช่วงเวลาการรับฟังไว้ สำหรับกฎหมายไทย กำหนดความดังที่ 90 เดซิเบล เป็นจุดอันตราย เมื่อได้รับ

เสียงดังมากกว่า 90 เดซิเบล ทำให้มีแนวโน้ม เกิดลักษณะประสาทหูเสื่อมจากเสียงมากขึ้น ถ้าได้รับเสียงดังมากขึ้น จะทำให้การได้ยินเสื่อมมากขึ้นและรวดเร็วขึ้น [17]

OSHA (Occupational Safety and Health Administration) หรือคณะกรรมการบริหารงานความปลอดภัยและสุขภาพอนามัยการประกอบอาชีพ ของสหรัฐอเมริกา ได้กล่าวถึง การที่จะได้รับอันตรายจากเสียงดังเป็นระยะ ๆ (Impulse Noise) ได้รับผลรวมของระดับเสียงสูงสุด (Peak Sound Levels) และจำนวนของเสียงนั้น ข้อจำกัดของการสัมผัสเสียงคือ ไม่เกิน 140 เดซิเบล/ 100 ครั้ง/ วัน และเพิ่มจำนวนครั้ง เป็นครั้งละ 10 เท่า เมื่อความดังเสียงลดลงทุก 10 เดซิเบล เช่น เสียงดัง 130 เดซิเบล จะต้องได้รับเสียง 1000 ครั้ง/ วัน เสียงดัง 120 เดซิเบล จะต้องได้รับเสียง 10,000 ครั้ง/ วัน ดังนั้น เสียงดัง 150 เดซิเบล จะอนุญาตให้รับเสียงได้เพียง 10 ครั้ง/วัน

จากการศึกษาความดังของปืน และยุทโธปกรณ์ชนิดต่าง ๆ พบว่า เสียงปืน และยุทโธปกรณ์ส่วนใหญ่ มีความดังในระดับที่ทำอันตรายต่อประสาทหู [18] ดังนี้

ชนิด	ความดังเสียง (เดซิเบล)
ปืนเล็กยาว M.16	134
ปืนเล็กยาว H.K.33	136
ปืนพกแบบ 86 (11 มม.)	128
ปืนกล M.60	104
ปืนกลแบบ 93 (ปืนกลรถถัง)	102
ปืนใหญ่ ขนาด 105 มม.	>140
ปืนใหญ่ ขนาด 155 มม.	>140
ปืนใหญ่ต่อสู้อากาศยาน ขนาด 40 มม.	>140
ปืนใหญ่ต่อสู้อากาศยาน ขนาด 12.7 มม.	>140
เครื่องยิงลูกระเบิด ขนาด 40 มม. (M. 79)	95
เครื่องยิงลูกระเบิด ขนาด 60 มม. (ค.60)	95
เครื่องยิงลูกระเบิด ขนาด 81 มม. (ค.81)	97
รถถัง แบบ M.48 A5	120
รถถัง แบบ M.41	115
รถถังเบา 21 (สกอร์เปียน)	110
รถสายพานลำเลียงพล (M.113)	115
เครื่องบิน C-130	98

ส่วนกำลังพลที่ทำงานอยู่ในโรงงานต่างๆอาจสัมผัสเสียงดังจากเครื่องจักร [19] ดังนี้

โรงงาน	ความดังเสียง (เดซิเบล)
เครื่องปั่นด้าย	84 - 95
เครื่องทอผ้า	92 - 102
เครื่องกำเนิดไฟฟ้า	95 - 102
เครื่องฉีดน้ำด้วยแรงอัดลม	97 - 105
โรงงานตีเหล็ก	98 - 110
เครื่องเลื่อยวงเดือน	100
เครื่องเคาะสนิม	100 - 110
เครื่องปั๊มขึ้นรูปโลหะ	120
โรงซ่อมหม้อน้ำรถจักร	120 - 130

ในการวัดความดังของเสียงปืนได้ผลแตกต่างกันนั้น ขึ้นอยู่กับเทคนิคในการวัด โดยวัดระดับความดังสูงสุด (Peak Sound Level) ซึ่งมีช่วงระยะเวลาสั้น ในแต่ละประเทศมีความแตกต่างกันในด้านชนิดของอาวุธ จำนวน และคุณภาพของดินปืน ตัวแปรต่าง ๆ ที่ทำให้ผู้ได้รับเสียงได้รับอันตรายต่างกัน [20] ได้แก่ 1. กระสุนปืนต่างชนิดกัน จะทำอันตรายต่อหูต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ 2. ชนิดของปืนและวิถีกระสุน มีผลในการพิจารณาความดังเสียงสูงสุด และการทำให้ประสาทหูเสื่อมชั่วคราว 3. สถานที่ยิงปืนมีผลต่อระยะเวลา (Duration) และความดังของเสียง (Magnitude) 4. เมื่อได้รับเสียงดังเป็นระยะ ๆ (Impulse Noise) คอเคลียในหูชั้นในของแต่ละคนจะถูกทำลายต่างกัน 5. ความดังเสียงสูงสุดเปลี่ยนตามมุมยกของปืนและขนาดของปืน

2. ชนิดของเสียงดัง เสียงดังที่ทำให้เป็นอันตรายต่อประสาทหู พบว่า ถ้าเป็นเสียงที่ดังไม่ติดต่อกัน (Intermittent Noise) ทำให้เสื่อมการได้ยินน้อย ถ้าเป็นเสียงดังเท่ากันตลอด (Continuous Noise) การเสื่อมการได้ยินชั่วคราว จะมากกว่าและใช้เวลากลับคืนสู่สภาพเดิมนานกว่า เสียงที่เปลี่ยนความดังอย่างรวดเร็ว (Impulse Noise) ต้องพิจารณาในแง่ความดังสูงสุด ระยะเวลาที่ดังสูงสุด จำนวนของ Impulse และจำนวนของ Impulse/ช่วงระยะเวลา ถ้าได้รับเสียงความถี่ต่ำ จะเกิดการได้ยินเสื่อมแบบชั่วคราวน้อยกว่าได้รับเสียงความถี่สูง [21]

อาวุธที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางเล็ก มีพลังงานเสียงมากที่สุดในช่วงความถี่ 1000 - 2000 เฮิร์ท ส่วนอาวุธที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางใหญ่ (อาวุธหนัก) และระเบิด มีพลังงานเสียงมากที่สุดในช่วงความถี่ 100 - 200 เฮิร์ท [22]

การได้รับเสียงที่ดังติดต่อกัน (Continuous Noise) จะทำลายเฉพาะอวัยวะก้นหอยเท่านั้น เนื่องจากเสียงประเภทนี้ จะผ่านเยื่อแก้วหูและหูชั้นกลางไป โดยไม่ทำให้แก้วหูทะลุ หรือกระดูกหูแยกจากกัน แต่เสียงที่เปลี่ยนความดังอย่างรวดเร็ว (Impulse Noise) เช่น จากปืนและระเบิด เป็นเสียงที่มีระยะเวลาสั้นและดังมาก มีพลังงานเสียงสูงมาก จึงทำลายทั้งหูชั้นกลาง และอวัยวะก้นหอย ส่วนกล้ามเนื้อในหูชั้นกลาง ไม่สามารถป้องกันหูชั้นในจากเสียง Impulse ที่ดังมาก ๆ ได้ กลไกอื่นที่ช่วยป้องกันหูชั้นใน คือ การที่ข้อต่อของกระดูกค้อนและกระดูกทั่งเคลื่อนไป กระดูกโกลนหลุด หรือกระดูกทั้ง 3 ชิ้นแยกขาดจากกัน นอกจากนี้ ระดับเสียง Impulse ที่ดังถึง 180 เดซิเบล ทำให้แก้วหูทะลุได้ และแก้วหูทะลุ มักเกิดที่ Pars Tensa เสมอ โดยเป็นแบบรูเดียวมีขอบรุ่งริ่ง [23]

ความสัมพันธ์ระหว่างชนิดของเสียงดังที่ได้รับกับระดับความเสื่อมของการได้ยิน พบว่า การได้รับเฉพาะเสียงปืนอย่างเดียว ทำให้เกิดการได้ยินเสื่อมระดับน้อย การได้รับเสียงระเบิดอย่างเดียว ทำให้การได้ยินเสื่อมระดับปานกลาง ส่วนการได้รับทั้งเสียงปืน และระเบิด ทำให้การได้ยินเสื่อมระดับสูง [24]

การได้รับเสียง Impulse มีอันตรายต่อการได้ยินมากกว่าการได้รับเสียง Continuous เพราะคุณภาพของเสียงที่มีความแตกต่างกัน พบว่า ภายหลังได้รับเสียง Impulse ทำให้การได้ยินเสื่อมอย่างถาวรในช่วงความถี่ 4000 และ 6000 เฮิร์ท เมื่อเปรียบเทียบกับการได้รับเสียง Continuous ที่ทำให้การได้ยินเสื่อมในระดับเดียวกัน พบว่าเสียง Impulse ใช้เวลาสั้นกว่า [25]

3. ระยะเวลาที่ได้รับเสียง การได้ยินจะเสื่อมมากขึ้น ถ้าระยะเวลาที่ได้รับเสียงมากขึ้น โดยการเสื่อมการได้ยินที่เพิ่มขึ้น จะแปรตามปัจจัยของระยะเวลาที่ทำงานอยู่ในที่มีเสียงดัง และพบว่า จำนวนปีที่ทำงานเพิ่มขึ้น มีความสัมพันธ์กับการได้ยินที่เสื่อมเพิ่มขึ้น [26]

ระยะเวลาในแต่ละวันที่ทำงานอยู่ในสิ่งแวดล้อมเสียงดัง ก็มีผลต่อการเสื่อมการได้ยินที่เพิ่มขึ้นเช่นกัน โดย OSHA กำหนดระดับเสียงดังที่อาจได้ยิน หรือสัมผัสในระยะเวลาหนึ่ง ๆ อย่างละเอียด เป็นมาตรฐานระดับความดังของเสียง ดังนี้

ระยะเวลาต่อวัน (ชั่วโมง)	ระดับเสียงดัง (เดซิเบล)
8	90
4	95
2	100
1	105
0.5	110
0.25 หรือน้อยกว่า	115

โดยที่ระยะเวลาทำงานต้องลดลงครึ่งหนึ่ง ในทุก ๆ 5 เดซิเบลที่เพิ่มขึ้น

จะเห็นได้ว่า ระยะเวลาที่ได้รับเสียง ทั้งในแง่ของจำนวนปีที่ทำงาน และระยะเวลาในแต่ละวันที่ทำงานอยู่ในสิ่งแวดล้อมเสียงดัง ล้วนมีผลต่อการเสื่อมการได้ยินทั้งสิ้น

4. ความแตกต่างระหว่างบุคคล

อายุ อายุมีผลต่อการเสื่อมของการได้ยิน เมื่ออายุมากจะมีหูเสื่อมของวัยชรา (Presbycusis) ถ้าเป็นโรคประสาทหูเสื่อมจากเสียงตั้งแต่อายุน้อย จะทำให้หูเสื่อมก่อนวัย ถ้าเป็นตอนอายุมาก จะยิ่งเสื่อมการได้ยินเร็วกว่าคนอายุน้อย

โรคของหู โรคที่มีอยู่ก่อนแล้ว เช่น หูที่มีทางนำเสียงเสีย (Conductive Hearing Loss) มีความทนต่อความพิการมากกว่าหูที่มีประสาทหูเสื่อม (Sensorineural Hearing Loss) ในการได้ยินเสียงทางอากาศนั้น ผู้มีประสาทหูเสื่อม และผู้มีการได้ยินปกติ จะได้รับระดับเสียงดังแบบเดียวกัน โรคบางชนิด เช่น ประสาทหูพิการแต่กำเนิด (Congenital Hearing Loss) ทำให้มีความเสื่อมเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วเมื่อได้รับฟังเสียงดัง ๆ

5. ความไวของหู (Susceptibility) แต่ละบุคคลมีความไวของหูต่างกัน แต่ไม่สามารถบอกได้ว่า บุคคลใดมีความไวของหูต่อเสียงมากน้อยเท่าใด ลักษณะของหูที่ต่างกัน ทำให้ได้รับพลังงานเสียง ไปสู่อวัยวะก้นหอยต่างกัน ทำให้การเสื่อมการได้ยินต่างกัน [27]

6. ลักษณะอาคาร ลักษณะของอาคาร หรือสถานที่ทำงานนั้น การได้รับเสียงในสถานที่เปิดโล่ง หรือที่ปิด จะมีความแตกต่างกัน เช่น การยิงปืนในที่มีผนังกั้น พบว่า ทำอันตรายได้มากกว่ายิงปืนในที่เปิดโล่ง ผนังคอนกรีตที่เรียบ จะสะท้อนพลังงานเสียงกลับถึงร้อยละ 96 [28]

อาการแสดงของประสาทหูเสื่อมจากเสียง

อาการแสดงทางหู พบได้ตั้งแต่เกิดขึ้นหลังจากยิงปืนเสร็จใหม่ ๆ ซึ่งเป็นการผิดปกติอย่างชั่วคราว และยังคงมีอาการอยู่หลัง 48 ชั่วโมง เป็นการผิดปกติอย่างถาวร อาการแสดงทางหูหลังยิงปืนเสร็จใหม่ ๆ พบว่า มีอาการหูอื้อมากที่สุด รองลงมาคือ มีเสียงรบกวนในหู (Tinnitus) ซึ่งส่วนใหญ่เป็นเสียงสูง และดังอยู่ตลอดเวลา หลังจากยิงปืนเสร็จไปแล้ว 48 ชั่วโมง พบว่า อาการหูอื้อ มีเสียงรบกวนในหู มีการได้ยินเลวลง โดยผู้ป่วยจะไม่รู้สึกว่า มีการได้ยินเสื่อมลง จนกระทั่งการได้ยินเลวลงเกิน 25 เดซิเบล ที่ความถี่ช่วงเสียงพูด (500 - 2000 เฮิร์ท) ส่วนอาการปวดศีรษะ และปวดหูลดลง แต่ยังคงมีการได้ยินเลวลง และมีเสียงรบกวนในหูอยู่ อาจพบอาการปวดหูได้ง่ายกว่าคนทั่วไป เมื่อรับฟังเสียงดัง ๆ (Recruitment) อาหารไม่ย่อย ความดันโลหิตสูงขึ้น ม่านตาขยาย การเต้นของหัวใจ และการหลั่งกรดในกระเพาะอาหารมีการเปลี่ยนแปลง [29]

เมื่อเกิดลักษณะประสาทหูเสื่อมจากเสียง ระยะแรกจะมีการได้ยินเสื่อมที่ความถี่สูง ทำให้มีความลำบากในการฟังแยกความแตกต่างของเสียงที่ความถี่สูง โดยเฉพาะผู้ที่มีการได้ยินในช่วงความถี่ 1000 - 2000 เฮิร์ท เลวกว่า 30 ถึง 40 เดซิเบล จะมีปัญหาในการรับฟังเสียง เนื่องจากเสียงพูดดังไม่พอที่จะทำให้ได้ยินอย่างสบาย ซึ่งการได้ยินเสื่อมที่ความถี่สูงกว่า 2000 เฮิร์ท มีความสำคัญต่อการรับรู้คำพูด ในผู้ที่มีการได้ยินเสื่อมที่ความถี่สูง (เช่น 3000 - 8000 เฮิร์ท) จะมีการรับรู้เสียงพูดผิดปกติไป เนื่องจากมีการได้ยินจำกัดในความถี่ที่มีการ

เสื่อมการได้ยิน มีความสามารถในการฟังเสียงพูดเบา ๆ เสียงผู้หญิงที่ความถี่สูง ฟัง และทำความเข้าใจคำพูดในงานประชุม และงานสังสรรค์ได้ลำบาก [30]

การได้ยินลดลง สามารถตรวจได้จากการตรวจวัดการได้ยิน (Hearing Test) ส่วนการมีเสียงรบกวนในหู และอาการอื่น ๆ ได้จากการสอบถามจากผู้มีอาการ

ผลการตรวจการได้ยิน หรือกราฟการได้ยิน (Audiogram) แสดงถึง ความดังเสียงที่เพียงพอที่จะทำให้ได้ยินที่ความถี่ต่าง ๆ ในการตรวจวัดการได้ยิน ใช้การตรวจด้วยเสียงบริสุทธิ์ ตรวจหาค่าการได้ยิน จากการวัดการได้ยินทางอากาศ และทางกระดูก ระดับการได้ยินเป็นระดับเสียงที่เบาที่สุดที่ผู้ฟังสามารถจับได้ 50% ในการให้สัญญาณเสียงแต่ละครั้ง [31]

ลักษณะผลการตรวจการได้ยินของลักษณะประสาทหูเสื่อมจากเสียง มักเป็นทั้งสองหู มีการเสียการได้ยินเท่า ๆ กัน ระยะแรกจะเสียการได้ยินช่วงความถี่สูงมากกว่าความถี่กลาง และความถี่ต่ำ คือเริ่มในช่วงความถี่ 3000 - 6000 เฮิร์ทก่อน เพราะหูคนเราจะมีความไวมากที่สุดในช่วงความถี่นี้ ลักษณะผลการตรวจการได้ยิน จะมีจุดตกในช่วงความถี่ 4000 - 6000 เฮิร์ท ซึ่งจุดเสื่อมการได้ยินมากที่สุด พบได้ทั้งที่ความถี่ 4000 และ 6000 เฮิร์ท [32]

การป้องกันการเกิดประสาทหูเสื่อมจากเสียง

ลักษณะประสาทหูเสื่อมจากเสียง เป็นโรคที่รักษาไม่หายด้วยการรับประทานยา หรือการผ่าตัด เมื่อเป็นแล้วไม่สามารถกลับคืนเป็นปกติได้ จึงจำเป็นต้องหาวิธีการป้องกันที่เหมาะสม โดยการลด หรือควบคุมระดับเสียง สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ประการ [33] คือ

1. ลดระดับเสียงที่ผลิตจากแหล่งกำเนิดเสียง
2. ลดระดับเสียงที่ผ่านไปในอากาศสู่หูผู้ฟัง โดยสร้างตัวกั้นเสียงระหว่างบริเวณที่ทำงานกับแหล่งกำเนิดเสียง หรือทำงานในห้องเก็บเสียง หรือเพิ่มระยะทางระหว่างแหล่งกำเนิดเสียงกับผู้รับเสียง

3. ควบคุมเสียงที่ผู้รับเสียง ทำได้ 2 วิธี คือ จำกัดเวลาการทำงานที่อยู่ในบริเวณที่มีเสียงดังให้น้อยลง อีกวิธีหนึ่ง คือ ลดโอกาสที่จะสัมผัสเสียงดัง โดยการใส่เครื่องป้องกันเสียงส่วนบุคคล ซึ่งเป็นวิธีที่ดีที่สุดในการป้องกันเสียง

เครื่องป้องกันเสียงที่มีประสิทธิภาพ จะทำหน้าที่เป็นตัวกั้นระหว่างเสียงดังกับหูชั้นใน แต่ไม่สามารถป้องกันหูชั้นในจากการใส่อุปกรณ์ป้องกันเสียงได้ทั้งหมด เพราะพลังงานเสียงสามารถผ่านเข้าหูชั้นในได้ 3 ทาง คือ 1) ทางการสั่นสะเทือนของกระดูก และเนื้อเยื่อของกะโหลกศีรษะ (Bone Conduction) เข้าสู่อวัยวะก้นหอย 2) ผ่านทางการสั่นสะเทือนของอุปกรณ์ป้องกันเสียงเอง ซึ่งทำให้เกิดเสียงในช่องหู 3) ผ่านทางส่วนที่รั่วของอุปกรณ์ป้องกันเสียง และรอบ ๆ ของอุปกรณ์ป้องกันเสียงจากการใส่ไม่พอดี

การป้องกันเสียง อาจทำได้โดย ใช้อุปกรณ์ชนิดอุดเข้าไปในช่องหู (Earplug) ชนิดครอบใบหูทั้งหมด (Earmuff) และชนิดครอบใบหู และศีรษะ (Helmet) โดยอาศัยหลักการนำเสียงจากภายนอกเข้าสู่หูชั้นใน ซึ่งมีอยู่ 2 ทาง คือ การนำเสียงทางอากาศ (Air Conduction) เสียงจะผ่านเข้าทางช่องหูผ่านหูชั้นกลางเข้าสู่หูชั้นใน และการนำเสียงทางกระดูก (Bone Conduction) เสียงเข้าสู่หูชั้นในได้โดยตรง โดยผ่านทางกะโหลกศีรษะตามปกติ การนำเสียงทางกระดูก ต้องใช้พลังงานเสียงมากกว่าการนำเสียงทางอากาศ ดังนั้น เสียงที่เข้าสู่หูชั้นในทางอากาศ จึงทำอันตรายต่อประสาทรับเสียงได้เร็วกว่า วิธีที่ดีที่สุดในการป้องกันมิให้เสียงทำอันตรายต่อประสาทหู คือ การป้องกันการนำเสียงทั้งทางอากาศ และทางกระดูกร่วมกัน [34]

จากการศึกษาพบว่า ผู้ที่ยิงปืน มักไม่นิยมใช้อุปกรณ์ป้องกันเสียง [35] เพราะเห็นว่าไม่จำเป็น ใช้แล้วทำให้ไม่ทราบที่มาของเสียง ทำให้ไม่สะดวกสบาย ชอบฟังเสียงปืน กลัวจะถูกว่าขาดความเข้มแข็ง อดทน และขาดความเป็นลูกผู้ชาย บางคนไม่ชอบ เพราะทำให้ได้ยินเสียงปืนเบาลง ทำให้ไม่สนุกเท่าที่ควร เป็นอุปสรรคในการพูดสื่อสาร การสวมใส่ไม่พอดี หรือไม่เข้ากับรูปศีรษะ เพราะความรำคาญ

มีงานวิจัยที่ทำการทดลองสมรรถภาพในการป้องกันเสียง โดยให้อุดช่องหู ด้วยวัตถุต่าง ๆ ที่นิยมใช้ในประเทศไทย แล้วทดสอบการได้ยินจากเครื่องตรวจการได้ยิน พบว่า กระดาษทิชชู และดินน้ำมัน พอใช้ในการป้องกันเสียงได้ ยางอุดหูชนิดไม่มีปีก สามารถป้องกันเสียงได้ดี ส่วนปลอกกระสุนปืน สามารถลดเสียงได้ดีเช่นกัน ในขณะที่สำลีธรรมดา ลดเสียงได้ไม่ดี [36]

ส่วนอีกงานวิจัยหนึ่ง ได้ทำการศึกษาประสิทธิภาพของอุปกรณ์ป้องกันเสียง 6 ชนิด ทั้งชนิดที่ผลิตสำเร็จจากต่างประเทศ และชนิดที่ทำขึ้นเอง โดยนักวิจัยที่เป็นทหารไทย โดยทดสอบกับคนหูปกติ ผลปรากฏว่า อุปกรณ์ป้องกันเสียงชนิดมีปีก ที่ทำขึ้นเองจากสารประเภทซิลิโคน สามารถลดเสียงได้ดีที่สุด ประมาณ 33 - 48 เดซิเบล โดยเฉพาะการลดเสียงที่มีความถี่สูงตั้งแต่ 2000 เฮิร์ท ขึ้นไป ได้ดีกว่าเสียงที่มีความถี่ต่ำ แต่สารประเภทซิลิโคนค่อนข้างแข็ง ทำให้ผู้ใช้รู้สึกระคายเคืองช่องหู ซึ่งได้ให้ข้อเสนอแนะว่า ควรใช้สารประเภทยางนิ่มแทน ส่วนอุปกรณ์ป้องกันเสียงชนิดอื่น ๆ มีประสิทธิภาพลดเสียงรองลงมาตามลำดับ ได้แก่ ชนิด mold ใหญ่ ชนิด mold เล็ก ชนิดฟองน้ำ ชนิดโฟมหุ้มพลาสติก และชนิด plug ยาง [37]

การที่ผู้ยิงปืนบางคนไม่นิยมใช้อุปกรณ์ป้องกันเสียง เพราะคิดว่าจะเป็นอุปสรรคในการพูดสื่อสารนั้น สำหรับทหารจะไม่เกิดความลำบากในการฟังคำสั่งแต่อย่างใด เนื่องจากอุปกรณ์ป้องกันเสียงบางชนิด (ชนิดมีปีก) มีประสิทธิภาพในการลดเสียงที่มีความถี่สูง ตั้งแต่ 2000 เฮิร์ท ขึ้นไปได้ดีกว่า เสียงที่มีความถี่ต่ำกว่า 2000 เฮิร์ท ซึ่งเสียงพูดของมนุษย์มีความถี่ในช่วง 500 - 2000 เฮิร์ท ซึ่งเป็นช่วงความถี่ที่อุปกรณ์ป้องกันเสียงชนิดนี้ลดเสียงได้ไม่เกิน 30 เดซิเบล และอีกประการหนึ่ง การออกคำสั่งของทหารมักใช้เสียงดัง ซึ่งบางครั้งอาจดังได้ถึง 80 เดซิเบล [38] ดังนั้น อุปกรณ์ป้องกันเสียงจะลดความดังของเสียงจากการออกคำสั่งลดลงเหลือประมาณ 50 เดซิเบล ซึ่งเป็นความดังขนาดเสียงพูดสนทนาทั่ว ๆ ไป คนที่ประสาทหูปกติ และใส่อุปกรณ์ป้องกันเสียง จึงได้ยิน และเข้าใจคำสั่งได้อย่างสบาย

กล่าวโดยสรุป อุปกรณ์ในการป้องกันเสียงมีหลายชนิด โดยแต่ละชนิดมีความสามารถในการป้องกันเสียงแตกต่างกัน หากต้องการให้มีประสิทธิภาพในการป้องกันเสียงได้ดี อาจเลือกใช้อุปกรณ์ที่ผลิตมาสำหรับป้องกันเสียงโดยเฉพาะ เช่น อุปกรณ์ป้องกันเสียงชนิดมีปีก ซึ่งผลิตโดยนักวิจัยทหารไทย เป็นอุปกรณ์ป้องกันเสียงชนิดมี 5 ปีก สามารถป้องกันเสียงได้ดี และเหมาะสม อีกทั้งยังมีราคาไม่แพง เมื่อเทียบกับอุปกรณ์ที่นำเข้าจากต่างประเทศ นอกจากนั้นอาจเลือกใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ป้องกันเสียงได้ อาทิเช่น ชนิด Earmuff ชนิด Helmet ชนิด mold ใหญ่ ชนิด mold เล็ก ชนิดฟองน้ำ ชนิดโฟมหุ้มพลาสติก ชนิด plug ยาง หรือถ้าไม่มีอุปกรณ์ป้องกันเสียงโดยเฉพาะ อาจใช้อุปกรณ์ที่ประยุกต์ใช้ตามสถานการณ์ เช่น กระดาษทิชชู ดินน้ำมัน ปลอกกระสุนปืน เป็นต้น ซึ่งดีกว่าการไม่ใช้อุปกรณ์ในการป้องกันเลย

สำหรับแนวทางการป้องกันการเกิดประสาทหูเสื่อมจากเสียง ในกำลังพลที่มีความเสี่ยงมีดังต่อไปนี้ คือ หลีกเลี่ยงการสัมผัสเสียงดังถ้าเป็นไปได้, บังคับ และเข้มงวดในการใช้อุปกรณ์ป้องกันเสียงกับกำลังพลกลุ่มเสี่ยง เพราะแม้ทุกคนจะทราบดีว่า การใช้อุปกรณ์ป้องกันเสียงสามารถป้องกันการเกิดประสาทหูเสื่อมจากเสียงได้ แต่ยังมีการละเลย ไม่ใช้อุปกรณ์ป้องกันเสียงอยู่, กำหนดให้มีการตรวจวัดความดังของเสียงในสถานที่ที่มีความเสี่ยงต่อการสูญเสียการได้ยิน เช่น โรงงานอุตสาหกรรมทหาร, กำหนดเป็นค่ามาตรฐานระดับเสียง ที่กำลังพลได้รับเฉลี่ยตลอดเวลาการทำงานในแต่ละวัน (Time Weighted Average) หรือตามเวลาการทำงานที่ได้รับ หรือสัมผัสเสียง เช่น ถ้าทำงาน 8 ชั่วโมงทำงาน หรือเวลาการได้สัมผัสเสียง 8 ชั่วโมง ระดับเสียงเฉลี่ยตลอดเวลาการทำงานต้องไม่เกิน 90 เดซิเบล เป็นต้น กำหนดระดับเสียงสูงสุด (Peak) ของเสียงกระทบหรือเสียงกระแทก (Impact or Impulse Noise) จะต้องไม่เกินกว่า 140 เดซิเบล หรือได้รับสัมผัสเสียงที่มีระดับเสียงดังต่อเนื่องแบบคงที่ (Continuous steady noise) ไม่เกินกว่า 115 เดซิเบล, ตรวจการได้ยินที่ถูกต้องและเหมาะสม เพื่อให้ผู้ที่รับการตรวจใช้เป็นข้อมูลพื้นฐาน ติดตามภาวะการได้ยิน และใช้ยืนยันสภาวะการได้ยินหลังปฏิบัติงาน, ให้ความรู้เรื่องมลภาวะทางเสียง และการป้องกันอันตรายจากเสียงดัง, จัดทำโครงการป้องกันการสูญเสียการได้ยิน [39] (Hearing Loss Prevention Program : HLPP)

เพื่อให้การป้องกันการสูญเสียการได้ยิน เป็นไปอย่างมีระบบ และครบวงจร กองทัพบกควรจัดทำโครงการป้องกันการสูญเสียการได้ยิน หรือโครงการอนุรักษ์การได้ยิน ในสถานที่ที่มีความเสี่ยงสูง อาทิเช่น สนามยิงปืน โรงงานอุตสาหกรรมทหาร เป็นต้น

โครงการป้องกันการสูญเสียการได้ยิน ควรมีการดำเนินงานหลัก 8 องค์ประกอบ [40] คือ 1) การตรวจประเมิน 2) การตรวจติดตามการสัมผัสเสียงดัง 3) การควบคุมเสียงดังทางวิศวกรรมและการบริหารจัดการ 4) การประเมินสมรรถภาพการได้ยินและระบบการส่งต่อ 5) อุปกรณ์ปกป้องการได้ยิน 6) การฝึกอบรมและการจูงใจ 7) การเก็บบันทึกข้อมูล และ 8) การประเมินผลโครงการ ซึ่งมีรายละเอียดแต่ละองค์ประกอบ ดังนี้

1. การตรวจประเมิน (Audit) เป็นการประเมินตามองค์ประกอบต่าง ๆ ในโครงการก่อนจัดทำโครงการซึ่งมีประเด็นการตรวจประเมินตามแบบฟอร์มที่ใช้ในการประเมินผลโครงการ เพื่อสามารถระบุจุดแข็ง และแก้ปัญหาจุดอ่อนของโครงการได้

2. การตรวจติดตามการสัมผัสเสียงดัง (Noise exposure monitoring) การตรวจติดตามการสัมผัสเสียงดังของผู้ปฏิบัติงาน ดำเนินการเมื่อสภาพแวดล้อมการทำงานที่อาจจะมีผู้ปฏิบัติงาน สัมผัสเสียงดังตั้งแต่ 85 เดซิเบลขึ้นไป ใน 8 ชั่วโมงการทำงาน ในการตรวจวัดเสียงนิยมใช้เครื่องวัดระดับเสียง (Sound level meter) และ/หรือ เครื่องวัดปริมาณเสียงสะสม (Noise dosimeter) การเลือกใช้เครื่องมือพิจารณาตามข้อจำกัดของอุปกรณ์ และลักษณะของเสียง เนื่องจากเสียงประกอบด้วยความถี่หลายความถี่ จึงต้องใช้เครื่องวัดระดับเสียงร่วมกับเครื่องวิเคราะห์ความถี่เสียง (Sound frequency analyzer) เพื่อทราบถึงการกระจายของพลังงานความถี่เสียงที่ความถี่ต่าง ๆ ซึ่งเป็นประโยชน์ในการควบคุมทางวิศวกรรม และการเลือกอุปกรณ์ปกป้องการได้ยินได้อย่างเหมาะสม หลังจากทำการตรวจติดตามการสัมผัสเสียงดังแล้ว ควรจัดทำแผนที่แสดงระดับเสียง (Noise contour map) ซึ่งจะช่วยให้ผู้ปฏิบัติงาน ทราบถึงระดับเสียงในพื้นที่การทำงานของตนเอง

3. การควบคุมเสียงดังทางวิศวกรรม และการบริหารจัดการ (Engineering and administrative controls) OSHA กำหนดค่ามาตรฐานการสัมผัสเสียงดังในช่วง 8 ชั่วโมงการทำงาน เท่ากับ 90 เดซิเบล อย่างไรก็ตาม OSHA กำหนดให้ดำเนินโครงการอนุรักษ์การได้ยินเมื่อสถานที่มีระดับเสียงในสภาพแวดล้อมการทำงานสูงกว่า 85 เดซิเบล มาตรการการควบคุมทางวิศวกรรม (Engineering control) เป็นการควบคุมเสียงดังที่เริ่มต้นตั้งแต่ขั้นตอนการออกแบบรายละเอียด การใช้วิธีทดแทน การแยกกระบวนการที่เป็นอันตราย และการปิดคลุมส่วนที่เป็นอันตราย ส่วนมาตรการควบคุมทางด้านบริหารจัดการ (Administrative control) เป็นการควบคุมเสียงดังที่ลดการสัมผัสของผู้ปฏิบัติงาน โดยลดระยะเวลาการทำงานสัมผัสเสียงดัง การอบรมเกี่ยวกับอันตรายของการสัมผัสเสียงดัง และการจัดหาอุปกรณ์ปกป้องการได้ยิน โดยใช้มาตรการนี้ควบคู่ไปกับมาตรการควบคุมทางวิศวกรรม

4. การประเมินสมรรถภาพการได้ยินและระบบการส่งต่อ (Audiometric evaluation and referral) การตรวจการได้ยินด้วยเครื่องตรวจการได้ยิน (Audiometer) เป็นวิธีมาตรฐานที่แนะนำ โดยใช้วิธีการปล่อยเสียงบริสุทธิ์ (Pure tone) ผ่านออกจากหูฟัง (Earphone) มายังหูแต่ละข้างของผู้รับการตรวจด้วยการนำเสียงผ่านอากาศ (Air conduction) ที่ความถี่ 500 1000 2000 3000 4000 6000 และ 8000 เฮิร์ท ประเภทของการตรวจการได้ยินแบ่งออกเป็น 5 แบบ ดังนี้ 1) การตรวจการได้ยินพื้นฐาน (Baseline audiogram) เป็นการตรวจการได้ยินก่อนเข้าไปทำงานสัมผัสเสียงดัง ข้อมูลนี้เป็นพื้นฐานเพื่อเปรียบเทียบกับผลการตรวจครั้งต่อไป 2) การตรวจการได้ยินติดตาม (Monitoring audiogram) เป็นการตรวจผู้ปฏิบัติงานที่สัมผัสเสียงดังเฉลี่ยตลอด 8 ชั่วโมง เท่ากับหรือมากกว่า 85 เดซิเบล เป็นระยะอย่างน้อยทุก 1 ปี 3) การตรวจการได้ยินซ้ำ (Retest audiogram) ทำเมื่อระหว่างการตรวจการได้ยินติดตามแล้วพบว่า ผลการได้ยินของผู้ปฏิบัติงานลดลงเกินระดับที่ยอมรับได้ ปัจจุบันใช้เกณฑ์ 15 เดซิเบลขึ้นไป ผู้ทำการตรวจต้องตรวจซ้ำอีกครั้งทันที เพื่อเป็นการยืนยันผลการตรวจในครั้งแรก 4) การตรวจการได้ยินยืนยัน (Confirmation audiogram) ตรวจในกรณีที่ผู้ปฏิบัติงานมีผลการตรวจการได้ยินติดตามลดลงเกินระดับที่ยอมรับได้ ต้องตรวจการได้ยินยืนยันภายใน 30 วัน หลังจากที่ทราบผลการตรวจ เพื่อยืนยันให้แน่ใจว่าผู้ปฏิบัติงานมีการได้ยินที่ลดลงเกินระดับที่ยอมรับได้จริง 5) การตรวจการได้ยินออกจากงาน (Exit audiogram) ทำเมื่อผู้ปฏิบัติงานไม่ต้องทำงานที่สัมผัสเสียงดังตั้งแต่ 85 เดซิเบล

เฉลี่ยตลอด 8 ชั่วโมงแล้ว เพื่อเป็นหลักฐานว่าหลังสิ้นสุดงานแล้ว ผู้ปฏิบัติงานมีภาวะสูญเสียการได้ยินเกิดขึ้น หรือไม่

5. อุปกรณ์ปกป้องการได้ยิน (Personal hearing protection devices) เป็นอุปกรณ์ที่ช่วยการลดความเข้มเสียงที่มากระทบต่อแก้วหู ซึ่งมีอยู่ด้วยกันหลายชนิด กำหนดให้ในพื้นที่ที่มีระดับเสียงเกินมาตรฐานที่กำหนด สวมใส่ปลั๊กลดเสียง (Earplugs) หรือที่ครอบหูลดเสียง (Earmuffs) การเลือกใช้อุปกรณ์ชนิดใดควรพิจารณาจากผลการตรวจวัดความถี่เสียง และผลการประเมิน และทดสอบความเหมาะสมกับผู้ปฏิบัติงาน

6. การฝึกอบรม และการจูงใจ (Education and motivation) หัวข้อการฝึกอบรมที่มีความสำคัญ ได้แก่ อันตรายของเสียงดัง ความสำคัญของการทดสอบ สมรรถภาพการได้ยิน การควบคุมป้องกัน และการใช้อุปกรณ์ปกป้องการได้ยิน อย่างไรก็ตาม แม้มีการฝึกอบรมให้กับผู้ปฏิบัติงานแล้ว ยังพบว่าผู้ปฏิบัติงานไม่สวมใส่อุปกรณ์ปกป้องการได้ยิน จึงมีความจำเป็นต้องจูงใจให้ผู้ปฏิบัติงานสวมใส่อุปกรณ์ปกป้องการได้ยินตลอดระยะเวลาทำงานที่สัมผัสเสียงดัง

7. การเก็บบันทึกข้อมูล (Record keeping) การจัดทำโครงการอนุรักษ์การได้ยินจะต้องมีการเก็บบันทึกข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องไว้ เนื่องจากเป็นข้อมูลสำคัญในการเฝ้าระวังภาวะการสูญเสียการได้ยิน ข้อมูลที่ต้องบันทึก และจัดเก็บ ได้แก่ โครงการอนุรักษ์การได้ยิน ข้อมูลการสัมผัสเสียงของผู้ปฏิบัติงาน ข้อมูลการตรวจการได้ยิน ข้อมูลการใช้อุปกรณ์ปกป้องการได้ยิน และข้อมูลการฝึกอบรม การเก็บบันทึกข้อมูลต้องจัดทำอย่างเป็นระบบ และเก็บรักษาข้อมูลไว้ตลอดระยะเวลาการทำงาน หรืออย่างน้อย 5 ปี

8. การประเมินผลโครงการ (Program evaluation) เป็นการประเมินการดำเนินงานตามองค์ประกอบต่าง ๆ ในโครงการอนุรักษ์การได้ยิน โดยพิจารณาถึงความครบถ้วน และคุณภาพตามแผนการดำเนินงานที่ได้กำหนดไว้

บทสรุป และข้อเสนอแนะ

การสูญเสียการได้ยินของกำลังพลกองทัพบกที่มีความเสี่ยงจากการปฏิบัติงาน เป็นปัญหาทางสุขภาพที่สำคัญอย่างหนึ่ง เกิดจากการสัมผัสกับเสียงดังต่อเนื่องเป็นเวลานาน พบบ่อยในกำลังพลที่ทำงานอยู่ในสิ่งแวดล้อมเสียงดัง อาทิเช่น กำลังพลทำงานในสนามยิงปืน โรงงานอุตสาหกรรมทหาร สนามบิน ผู้ฝึกทหาร เป็นต้น โดยองค์ประกอบสำคัญที่ทำให้เกิดลักษณะประสาทหูเสื่อมจากเสียง ได้แก่ ระดับความดังของเสียงที่ได้รับ ชนิดของเสียงดัง ระยะเวลาที่ทำงานในที่เสียงดัง ความแตกต่างระหว่างบุคคล ความไวของหู (Susceptibility) ที่แตกต่างกันในแต่ละบุคคล และลักษณะของอาคาร หรือสถานที่ทำงาน ซึ่งภาวะนี้สามารถป้องกันได้โดยการจัดการที่เป็นระบบ คือ หลีกเลี่ยงการสัมผัสเสียงดัง บังคับ และเข้มงวดในการใช้อุปกรณ์ป้องกันเสียง ตรวจวัดความดังเสียง และจำกัดการได้รับเสียงดัง การประเมินสมรรถภาพการได้ยิน หรือตรวจการได้ยินที่เหมาะสม การให้ความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้อง และการจัดทำโครงการป้องกันการสูญเสียการได้ยิน หรือโครงการอนุรักษ์การได้ยิน

เอกสารอ้างอิง

[1] Smart Soldier Strong Army (อินเตอร์เน็ต). แผนการสร้างกองทัพยุคดิจิตอล, เข้าถึงเมื่อ 5 เมษายน 2561 เข้าถึงได้จาก : https://www.cioworldmagazine.com.

[2] สุนันทา พลปัถพี, โรคหูตึงเหตุอาชีพ ตำราอาชีวเวชศาสตร์, กรุงเทพ ฯ : หจก. เจ เอส เค การพิมพ์; 2542 : 429 - 44.

[3] สาธิต ชยาภัม, โสตสัมผัสวิทยาพื้นฐาน, พิมพ์ครั้งที่ 1, สงขลา : หน่วยโสตทัศนศึกษา คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 2528.

[4] องอาจ เมณฑ์กูล (อินเตอร์เน็ต), การควบคุมมลพิษทางเสียงในโรงงานอุตสาหกรรม, เข้าถึงเมื่อ 20 พฤษภาคม 2562 เข้าถึงได้จาก : https://www.tci-thaijo.org.

[5] Melnick W. Industrial Hearing Conservation. In Handbook of Clinical Audiology, Edited by Katz J. Baltimore : William & Wilkins. 1985 : 721 - 741.

[6] Odess S. Acoustic Trauma of Sportsman Hunter Due to Gun Firing. Laryngoscope 1972 ; 82 : 1971 - 1987.

[7] Miller DC. Sound Waves. In : Their Shape and Speed. New York : The Macmillan Company, 1937.

[8] สาธิต ชยาภัม, โสตสัมผัสวิทยาพื้นฐาน, พิมพ์ครั้งที่ 1, สงขลา : หน่วยโสตทัศนศึกษา คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 2528.

[9] พูนพิศ อมาตยกุล, ประธาน สูตะบุตร, จิระ ศิริโพธิ์, หูตึงอย่างเฉียบพลันจากเสียงระเบิด : อันตรายจากเสียงและการป้องกัน, สมาคมโสต ศอ นาสิกแพทย์แห่งประเทศไทย, บรรณาธิการ, กรุงเทพมหานคร : สมาคมโสต ศอ นาสิกแพทย์แห่งประเทศไทย, 2519 : 94 - 107.

[10] สุจิตรา ประสานสุข, อันตรายของเสียงต่อมนุษย์, มลพิษทางเสียง, คณะอนุกรรมการสิ่งแวดล้อมเรื่องเสียง, บรรณาธิการ, กรุงเทพมหานคร : บริษัทสารมวลชน, 2524 : 23 - 41.

[11] Martin BL, Martin GK. Auditory Dysfunction from Excessive Sound Stimulation. In: Otolaryngology Head and Neck Surgery vol.4 Ear and Skull Base. Edited by Cumming CW. Toronto : The C.V. Mosby Company, 1986 : 3173 - 3187.

[12] Salmivalli A. Acoustic Trauma in Regular Army Personal: Clinical Audiologic Study. Acta Otolaryngology Suppl. 1967 ; 222 : 1 - 85.

[13] Igarashi M, Schuknecht HF, Myers EN. Cochlear Pathology in Human with Stimulation Deafness. J. Laryngology 1964 ; 115 - 122.

[14] Ziv M, Philipsohn NC, Leventon G, Man A. Blast Injury of the EAC: Treatment and Evaluation. Milit Med 1973 ; 138 : 811 - 813.

[15] Glorig A. Effects of Noise on Hearing. Laryngoscope 1961 ; 75 : 447 - 478.

[16] Perlman, Case. Latent Period of The Crossed Stapedius Reflex in Man. Ann Oto (St. Louis) 1939 ; 48 : 663.

[17] Melnick W. Hearing Loss from Acoustic Energy. : Otolaryngology vol.1 Disease of the Ear and Hearing. Edited by English DM. Philadelphia: Harper & Row, Publishers, 1987 : 1 - 18.

[18] พัชนีพร เกษตรเวทิน, สภาพการได้ยินเสียงของนักเรียนนายร้อย, โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า, 2533 : 75.

[19] กรมการแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข, รายงานการประชุมปฏิบัติการระดับชาติ เรื่องแนวทางการวางแผนแห่งชาติ เพื่อป้องกันหูหนวก, สหประชาพาณิชย์, 2527 : 85 - 88.

[20] Kryter KD. The Effects of Noise on Man. New York: Academic Press, 1970 : 110 - 130.

[21] Melnick W. Industrial Hearing Conservation. In Handbook of Clinical Audiology, Edited by Katz J. Baltimore: William & Wilkins. 1985 : 721 - 741.

[22] Pfander F. Damage Risk Criteria with Ear and without Ear Protection for Impulse Noise with High Intensity Regarding Ear Larynx and Lungs. Scand Audiol Suppl 1982 ; 16 : 41 - 48.

[23] Jahrsdoerfer R. The Effects of Impulse Noise on The Ear Drum and Middle Ear. Otolaryngol Clin of North Am 1979 ; 12 : 515 - 519.

[24] Man A, Naggan L, Bergman M. Classification of Acoustic Trauma Based on Pure Tone Threshold Audiometry. Acta Otolaryngol 1981 ; 92 : 25 - 31.

[25] Mantysalo S, Vuori J. Effects of Impulse Noise and Continuous Steady State Noise on Hearing. Br J Ind Med 1984 ; 41 : 122 - 132.

[26] Melnick W. Hearing Loss from Acoustic Energy. In: Otolaryngology vol.1 Disease of the Ear and Hearing. Edited by English DM. Philadelphia: Harper & Row, Publishers, 1987 : 1 - 18.

[27] Salmivalli A. Acoustic Trauma in Regular Army Personal: Clinical Audiologic Study. Acta Otolaryngology Suppl. 1967 ; 222 : 1 - 85.

[28] Odess S. Acoustic Trauma of Sportsman Hunter Due to Gun Firing. Laryngoscope 1972 ; 82 : 1971 - 1987.

[29] พงษ์เทพ หารชุมพล, ประสาทหูพิการในครูฝึกยิงปืนทหาร, วิทยาสารเสนารักษ์, 2524 ; 34 : 173 - 179.

[30] Taylor GD, William F. Acoustic Trauma in Sport Hunter. Laryngoscope 1966 ; 76 : 863 - 887.

[31] สุมาลัย มารุ่งโรจน์, เอกสารประกอบการบรรยายวิชา โสตสัมผัสวิทยาพื้นฐาน, What is the Audiogram Really Telling Us, 2531.

[32] Cooper JC, Owen H. Audiologic Profile of Noise-Induced Hearing Loss. Arch Otolaryngol 1976 ; 102 : 148 - 150.

[33] Melnick W. Industrial Hearing Conservation. In Handbook of Clinical Audiology, Edited by Katz J. Baltimore : William & Wilkins. 1985 : 721 - 741.

[34] พงษ์เทพ หารชุมพล, การวิจัยประสิทธิภาพของอุปกรณ์ป้องกันเสียง, กองโสต ศอ นาสิกกรรม โรงพยาบาลพระมงกุฎเกล้า, แผนกโสตทัศนูปกรณ์ โรงพยาบาลพระมงกุฎ เกล้า, 2527 : 6 - 17.

[35] Taylor GD, William F. Acoustic Trauma in Sport Hunter. Laryngoscope 1966 ; 76 : 863 - 887.

[36] โกมล ทัพเกษตร, เจียมจิต ถวิล, ประสิทธิภาพของอุปกรณ์ป้องกันเสียงที่นิยมใช้ในนักกีฬา ยิงปืน และคนงานตามโรงงานอุตสาหกรรม, วารสารรามาธิบดี, 2519 ; 10 : 138 - 144.

[37] พงษ์เทพ หารชุมพล, การวิจัยประสิทธิภาพของอุปกรณ์ป้องกันเสียง, กองโสต ศอ นาสิกกรรม, โรงพยาบาลพระมงกุฎเกล้า, แผนกโสตทัศนูปกรณ์ โรงพยาบาลพระมงกุฎเกล้า, 2527 : 6 - 17.

[38] Davis H. A Historical Introduction. In: Occupational Hearing Loss. Edited by DW. Robinson, London and New York: Academic Press, 1971 : 7 - 12.

[39] ประกาศกรมสวัสดิการ และคุ้มครองแรงงาน เรื่อง หลักเกณฑ์ และวิธีการจัดทำโครงการอนุรักษ์การได้ยินในสถานประกอบกิจการ พ.ศ. 2553.

[40] อริสรา ฤทธิ์งาม, การป้องกันโรคประสาทหูเสื่อมจากเสียงดัง, วารสารสาธารณสุข, 2561 ; 32 : 223 - 237.

ประวัติย่อผู้วิจัย

ยศ ชื่อ พันเอก ศวยส เหรียญมณี

วัน เดือน ปีเกิด 27 กันยายน 2514

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2527	ประถมศึกษา โรงเรียนอนุบาลสามเสน
พ.ศ. 2532	มัธยมศึกษา โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี)
พ.ศ. 2538	แพทยศาสตร์บัณฑิต วิทยาลัยแพทยศาสตร์พระมงกุฎเกล้า
พ.ศ. 2544	วุฒิบัตรผู้เชี่ยวชาญ ด้านโสต ศอ นาสิก โรงพยาบาลพระมงกุฎเกล้า

ประวัติการทำงาน

พ.ศ. 2538 - 2539	แพทย์ใช้ทุน โรงพยาบาลอานันทมหิดล
พ.ศ. 2539 - 2541	หัวหน้าแผนกศัลยกรรมและสูตินารีเวชกรรม กองพยาบาล ศูนย์สงครามพิเศษ
พ.ศ. 2541 - 2544	แพทย์ประจำบ้าน กองโสต ศอ นาสิกกรรม โรงพยาบาลพระมงกุฎเกล้า
พ.ศ. 2544 - 2553	โสต ศอ นาสิกแพทย์ โรงพยาบาลค่ายสุรสีห์
พ.ศ. 2553 - 2559	โสต ศอ นาสิกแพทย์ โรงพยาบาลพระมงกุฎเกล้า

ตำแหน่งปัจจุบัน

นายแพทย์ผู้เชี่ยวชาญ สำนักงานแพทย์ทหาร
กรมยุทธบริการทหาร กองบัญชาการกองทัพไทย