

นิพนธ์ต้นฉบับ

การศึกษาเปรียบเทียบการสูญเสียการได้ยินด้วยเครื่องตรวจ 3 ชนิด ในทหารเกณฑ์หลังยิงปืน

สายสุรีย์ นีวาตวงศ์ และ พลอยพิมพ์ หลาวทอง
กองโสต คอ นาสิกกรรม โรงพยาบาลพระมงกุฎเกล้า

บทคัดย่อ

บทนำ ทหารเกณฑ์ใหม่ต้องได้รับการฝึกยิงปืนซึ่งหากเกิดการสูญเสียการได้ยินจะมีผลต่อคุณภาพชีวิตในอนาคต โดยทั่วไปใช้เครื่องตรวจการได้ยินแบบไฟฟ้าชนิดมาตรฐาน (conventional audiometry) แต่มีข้อจำกัด คือ ขาดความไวในการวินิจฉัยความถี่ที่สูงกว่า 8,000 เฮิรตซ์ และขาดความไวในการตรวจพบความผิดปกติในระยะเริ่มต้น งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์ที่จะเปรียบเทียบการสูญเสียการได้ยินในทหารเกณฑ์ที่เข้ารับการฝึกยิงปืน M16 ระหว่าง Conventional audiometry เครื่องตรวจการได้ยินแบบไฟฟ้าชนิดความถี่สูง (Extended High-frequency-EHF audiometry) และเครื่องตรวจวัดเสียงสะท้อนจากเซลล์ขนหูชั้นในในด้านนอก (otoacoustic emissions-OAEs) เพื่อให้สามารถตรวจวินิจฉัยการเปลี่ยนแปลงในระยะเริ่มต้นได้ครอบคลุมมากขึ้น **วัสดุและวิธีการ** เป็นการศึกษาแบบ prospective descriptive study โดยมีทหารเกณฑ์จำนวน 80 คนได้รับการชักประวัติ กรอกแบบสอบถาม ตรวจหูและวัดระดับการได้ยินด้วยเครื่องตรวจทั้ง 3 ชนิด ช่วงก่อน หลังยิงปืนภายใน 24 ชั่วโมงและหลังยิงปืน 48 ชั่วโมง โดยทำการฝึกยิงคนละ 50 นัด ผลการวิจัย ทหารเกณฑ์ 80 คน อายุเฉลี่ย 20.65 ปี การได้ยินปกติก่อนยิงปืนทุกคน หลังยิงปืนภายใน 24 ชั่วโมง เมื่อตรวจด้วย EHF audiometry และ OAEs พบความผิดปกติเพิ่มขึ้นร้อยละ 20 และ ร้อยละ 18.7 และหลังยิงปืน 48 ชั่วโมงตรวจพบการได้ยินผิดปกติร้อยละ 33.7 และร้อยละ 28.7 ตามลำดับ **สรุป** EHF audiometry และ OAEs ช่วยสืบค้นการสูญเสียการได้ยินเพิ่มเติมจาก conventional audiometry ได้

คำสำคัญ: ● เครื่องตรวจการได้ยินแบบไฟฟ้าชนิดมาตรฐาน ● เครื่องตรวจการได้ยินแบบไฟฟ้าชนิดความถี่สูง
● เครื่องตรวจวัดเสียงสะท้อนจากเซลล์ขนหูชั้นในในด้านนอก ● การสูญเสียการได้ยิน

เวชสารแพทย์ทหารบก 2563;73(1):15-25.

Original Article

Comparative Study of 3 Audiologic Tests for Detecting Hearing Loss after Military Training

Saisuree Nivatwongs and Ploypim Laothong

Department of Otolaryngology, Phramongkutklao Hospital

Abstract:

Background: New Thai conscripts have to practise shooting. The impulse noise from gunfire can lead to acoustic trauma and affect their quality of life. Traditionally, conventional audiometry is used for detection of acoustic trauma after gunshots in military training. However, this test has some limitations for hearing loss detection at frequency higher than 8,000 Hz, and for subtle change detection in cochlear structure which nowadays can be detected by Extended High-Frequency (EHF) audiometry and Otoacoustic Emissions (OAEs). Therefore this study was conducted to compare the prevalence of hearing loss detected by conventional audiometry, EHF audiometry, and OAEs. **Material and methods:** The study is prospective descriptive. 80 conscripts were recruited, received a past medical history check by questionnaires, and examined with ENT. All of them had to be trained with M-16 gunshot program for 50 bullets. Conventional audiometry, EHF audiometry, and OAEs were used to assess their hearing level regarding the frequency and prevalence of hearing loss before the training, after the training within 24 hours, and 48 hours after the training. **Results:** There were eighty conscripts who completed all 3 measurements. Their mean age is 20.65 years old and all of them had normal hearing before the training. Within 24 hours after the gunshot program, there were 20% and 18.7% additional hearing loss detected by EHF audiometry and OAEs, respectively. After 48 hours, the prevalence from EHF audiometry and OAEs were 33.7% and 28.7%, respectively. **Conclusion:** EHF audiometry and OAEs are the supplemental test for conventional audiometry in detection of high frequency and early cochlear function loss. This can be applied in a protocol for conscript training program to detect all spectrum of hearing loss.

Keywords: ● Conventional audiometry ● EHF audiometry ● OAEs ● Hearing loss

RTA Med J 2020;73(1):15-25.

Received 20 December 2019 Corrected 18 February 2020 Accepted 1 March 2020

Corresponding author Col. Saisuree Nivatwongs, M.D., Department of Otolaryngology, Phramongkutklao Hospital, Rajvithi Rd., Ratchathewi Dist., Bangkok 10400

บทนำ

การสูญเสียการได้ยินจากเสียงดัง เป็นโรคที่มีสาเหตุจากการสัมผัสเสียงดังเกินมาตรฐาน ทำให้มีผลกระทบต่อสมรรถภาพการได้ยิน การได้ยินเสียงที่ดังเกินไปหรือเสียงดังมาก ในระยะเวลาดังกล่าว เช่น เสียงจากการยิงปืน เสียงระเบิด จะก่อให้เกิดการบาดเจ็บจากเสียงดัง (acoustic trauma)^{1,2,8} ส่วนการสูญเสียการได้ยินแบบค่อยเป็นค่อยไปเกิดในผู้ที่ทำงานเสียงดังเป็นเวลานานๆ เช่น โรงงานอุตสาหกรรม เป็นต้น เรียกว่า Noise-induced hearing loss จากการศึกษาพบว่าผู้ที่หูชั้นในได้รับการกระตุ้นด้วยเสียงที่ดังเกินไป หรือเสียงต่อเนื่องส่งผลให้มีอนุมูลเสรีเกิดขึ้น (free radical) ซึ่งเป็นพิษต่อเยื่อบุเซลล์ (cell membrane) ในหูชั้นในรูปก้นหอย (cochlea)³⁻⁵ และการลดต่ำลงของระดับความเข้มข้นแมกนีเซียมในเซลล์ซึ่งส่งผลให้ระดับเกลือแร่ในเซลล์ลดลง ทำให้มีการทำลายเซลล์ขนของหูชั้นใน (hair cell) โดยเซลล์ขนหูชั้นในแกว่นอก (outer hair cell) ซึ่งมีความไวต่อเสียงมากที่สุดจะถูกทำลายเป็นส่วนแรก หากยังคงสัมผัสเสียงดังอย่างต่อเนื่อง จะเกิดการทำลายเซลล์ขนหูชั้นในแกว่นใน (inner hair cell) และประสาทภายในหูชั้นในทั้งหมด การสูญเสียการได้ยินแบ่งได้เป็น 2 แบบ คือ การสูญเสียการได้ยินแบบชั่วคราว เรียกว่า Temporary threshold shift (TTS) และ การสูญเสียการได้ยินแบบถาวร เรียกว่า Permanent threshold shift (PTS) ในส่วนของการสูญเสียการได้ยินแบบชั่วคราว (temporary threshold shift) นั้น จากการศึกษาของ Hausler และคณะ⁷ พบว่าการสัมผัสเสียงที่ดังมากจะส่งผลให้เกิดประสาทหูเสื่อมฉับพลัน โดยช่วงแรกอาจเกิดการสูญเสียการได้ยินแบบชั่วคราว ระยะการฟื้นตัวไม่นานและกลับมากปกติโดยใช้ระยะเวลาประมาณ 24-48 ชั่วโมง^{3,4,6} การได้ยินจะลดลงโดยเฉพาะอย่างยิ่งช่วงความถี่ 3,000-6,000 เฮิรตซ์ และอาจพบอาการอื่นร่วมด้วย เช่น เสียงดังในหู หูอื้อ มีอาการปวดหูเวลาได้ยินเสียงดัง เป็นต้น แต่หากมีการสัมผัสเสียงดังมากขึ้น หรือการได้รับเสียงต่อเนื่องเป็นระยะเวลานาน อาจทำให้เกิดการสูญเสียการได้ยินชนิดถาวร เช่น จากการศึกษาของ Helfer, et al⁹ ได้ศึกษาการเกิดการสูญเสียการได้ยินในทหารอเมริกันที่ฝึกยิงปืน โดยดูจากผลการตรวจการได้ยินเป็นเวลา 1 ปี พบว่ามีอัตราการสูญเสียการได้ยินทางระบบประสาทแบบถาวร (permanent threshold shift) ถึงร้อยละ 29.3

วิธีมาตรฐานที่นิยมใช้ในการตรวจประเมินระดับการได้ยิน คือ การใช้เครื่องตรวจการได้ยินแบบไฟฟ้าชนิดมาตรฐาน (conventional

audiometry) ซึ่งวัดการได้ยินในช่วงความถี่ 250-8,000 เฮิรตซ์ เพื่อจุดเริ่มต้นของการได้ยิน (thresholds) ในแต่ละความถี่ และวัดความสามารถในการจำแนกแยกเสียงที่ได้ยิน ผลที่ได้จากการตรวจจึงบอกถึงประเภทและระดับการสูญเสียการได้ยิน อย่างไรก็ตามวิธีนี้มีข้อจำกัดหลายประการ⁹ เช่น ควรทำการทดสอบในสิ่งแวดล้อมและสถานที่ที่เงียบเพื่อให้ได้ความถูกต้องแม่นยำมากที่สุด ผลการทดสอบขึ้นกับประสบการณ์ของผู้ทำการทดสอบ เป็นการตรวจเชิงจิตวิสัย (subjective) ซึ่งต้องอาศัยความร่วมมือของผู้ป่วยในการตรวจ ทำให้ผลการทดสอบแต่ละครั้งอาจจะไม่ได้อาชีพที่คงที่และแม่นยำ ความไวของการทดสอบด้วยวิธีนี้ยังไม่ชัดเจน เป็นต้น ปัจจุบันสามารถตรวจวัดความผิดปกติในระยะแรกได้ถึงแม้ผลการตรวจการได้ยินจากเครื่องตรวจการได้ยินแบบไฟฟ้าชนิดมาตรฐาน (conventional audiometry) จะให้ผลปกติ โดยการวัดสัญญาณไฟฟ้าที่ส่งออกมาจากเซลล์ขนหูชั้นในด้านนอก (outer hair cell) ด้วยเครื่องตรวจวัดเสียงสะท้อนจากเซลล์ขนหูชั้นในด้านนอก (otoacoustic emission หรือ OAEs) ซึ่งข้อดีของ OAEs⁹ คือ เป็นการทดสอบเชิงวัตถุวิสัย (objective) สามารถทำการทดสอบได้แม้จะมีเสียงรบกวนจากภายนอก ใช้เวลารวดเร็ว ผลการทดสอบค่อนข้างคงที่ แม้จะทำการทดสอบซ้ำ และให้ค่าความไวในการตรวจพบระดับการสูญเสียการได้ยินสูงกว่าการตรวจด้วยเครื่องตรวจการได้ยินแบบไฟฟ้าชนิดมาตรฐาน¹⁰ เป็นต้น

ปัจจุบันมีการกล่าวถึงเครื่องตรวจการได้ยินแบบไฟฟ้าชนิดความถี่สูง (extended high-frequency audiometry หรือ EHF audiometry) ซึ่งใช้วัดในช่วงความถี่สูงกว่า 8,000 เฮิรตซ์ โดยพบว่าการตรวจที่ความถี่สูงขึ้นทำให้ความไวต่อการพบความผิดปกติของหูชั้นในเพิ่มขึ้น¹¹ เสียงที่มีความถี่สูงจะทำให้เกิดการกระตุ้นที่บริเวณส่วนต้นหรือส่วนฐานของท่อรูปก้นหอย ส่วนเสียงที่มีความถี่ต่ำ จะทำให้เกิดการกระตุ้นในบริเวณส่วนปลายใกล้กับยอดของท่อรูปก้นหอย ดังนั้นบริเวณส่วนฐานจึงเป็นส่วนแรกที่ถูกทำลายจากการสัมผัสเสียงดัง¹² และถึงแม้การบกพร่องทางการได้ยินในระยะแรกไม่สามารถตรวจพบได้ด้วยเครื่องตรวจการได้ยินแบบไฟฟ้าชนิดมาตรฐาน (conventional audiometry) แต่ยังสามารถพบความผิดปกติได้เมื่อตรวจด้วยเครื่องตรวจการได้ยินแบบไฟฟ้าชนิดความถี่สูง (EHF audiometry)¹³

ทหารเกณฑ์ที่เข้าใหม่ทุกปีต้องผ่านหลักสูตรการฝึกยิงปืน โดยหน่วยฝึกจะเป็นผู้จัดสรรชนิดปืนและอุปกรณ์ป้องกันเสียง แต่เนื่องจากไม่สามารถป้องกันเสียงดังได้ทั้งหมดทำให้ในระยะ

ยาวอาจพบผู้ป่วยที่มารับการรักษาด้วยเรื่องการสูญเสียการได้ยิน การได้ยินที่ลดลง หรือ เสียงดังในหูได้

งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความชุกและระดับของการสูญเสียการได้ยินในทหารเกณฑ์หลังจากการฝึกยิงปืนโดยใช้เครื่องตรวจการได้ยินแบบไฟฟ้าชนิดมาตรฐาน (conventional audiometry) เครื่องตรวจการได้ยินแบบไฟฟ้าชนิดความถี่สูง (EHF audiometry) และเครื่องตรวจวัดเสียงสะท้อนจากเซลล์ขนหูชั้นในได้นอก (OAEs) กำหนดแบบแผนการวิจัยเป็นแบบ prospective descriptive study ซึ่งได้รับการรับรองจากคณะกรรมการพิจารณาโครงการวิจัยกรมแพทย์ทหารบก (Institutional Review Board Royal Thai Army Medical Department) แล้ว

วัสดุและวิธีการ

ประชากรที่เข้าเกณฑ์การศึกษา ได้แก่ ทหารเกณฑ์จากกองพันทหารราบที่ 3 กรมทหารราบที่ 1 ที่เข้ารับการฝึกยิงปืนในช่วง 22 มิถุนายน 2558 ถึง 30 มิถุนายน 2558 ซึ่งมีการได้ยินปกติ โดยใช้เกณฑ์การสำรวจจากแบบสอบถาม การตรวจร่างกาย และตรวจการได้ยินก่อนทำการฝึกยิง โดยเครื่องตรวจการได้ยินแบบไฟฟ้าชนิดมาตรฐาน เครื่องตรวจการได้ยินแบบไฟฟ้าชนิดความถี่สูง และตรวจการได้ยินโดยตรวจวัดเสียงสะท้อนจากเซลล์ขนหูชั้นในได้นอก และไม่มีประวัติมีโรคทางหู ไม่มีความผิดปกติทางการได้ยิน ไม่มีความพิการทางหูแต่กำเนิด ไม่เคยได้รับการผ่าตัดหูมาก่อน หรือตรวจร่างกายไม่พบความผิดปกติทางหู เช่น ตรวจพบเยื่อแก้วหูทะลุ เป็นต้นและไม่มีประวัติสัมผัสเสียงดังอย่างมาก เช่น เสียงยิงปืน เสียงประทัด เสียงระเบิด ในช่วง 3 วัน ก่อนมาตรวจ

ทหารเกณฑ์ทำการทดสอบยิงปืนตามแบบฝึกที่ทางหน่วยได้กำหนดไว้ โดยได้ทำการยิงปืน M16 คนละประมาณ 50 นัดโดยจะเข้าแถวหน้ากระดานแถวละ 10 คน ระยะห่างระหว่างคนประมาณ 1 เมตร ระยะห่างจากผู้ฝึกยิงถึงเป้าหมายประมาณ 25 เมตร โดยใช้ปลอกกระสุนปืนเป็นเครื่องป้องกันเสียง (มีรายงานพบว่าปลอกกระสุนสามารถป้องกันเสียงได้ประมาณ 15-30 เดซิเบล)¹⁴ หลังยิงปืนนำกลุ่มตัวอย่างดังกล่าวมาตอบแบบสอบถามและตรวจการได้ยินทันทีภายใน 24 ชั่วโมง และหลังจากยิงปืน 48 ชั่วโมงโดยเครื่องมือทั้ง 3 ชนิดและผู้ตรวจการได้ยินคนเดิมในห้องตรวจการได้ยินโรงพยาบาลพระมงกุฎเกล้า

นิยามคำศัพท์ที่ใช้ในงานวิจัย

1. การตรวจการได้ยิน เป็นการตรวจการทำงานของหู และระบบโสตประสาทเพื่อหาระดับการได้ยิน โดยปกติจะทำการทดสอบหาระดับการได้ยินผ่านสองทาง คือ การนำเสียงผ่านอากาศ และการนำเสียงผ่านกระดูก

การนำเสียงผ่านอากาศจะทดสอบโดยการครอบหูฟัง ส่วนการนำเสียงผ่านกระดูกจะทดสอบโดยการวางตัวปล่อยเสียงที่กระดูกกกหู จากนั้นจะปล่อยเสียงความถี่เดียว ที่ระดับความดังต่างๆ แล้วลดระดับลงเรื่อยๆ จนถึงระดับความดังที่เบาที่สุดที่ผู้ถูกทดสอบได้ยิน

โดยปกติแล้วระดับการได้ยินปกติจะอยู่ระหว่าง -10 จนถึง 25 เดซิเบล ผู้ที่มีระดับการได้ยินสูงกว่านี้ ถือว่ามีความผิดปกติของระดับการได้ยิน โดยแบ่งเป็นระดับต่างๆ ดังนี้

ระดับการได้ยิน (เดซิเบล)	ความผิดปกติ
-10 ถึง 25	การได้ยินปกติ
26 ถึง 40	หูตึงเล็กน้อย
41 ถึง 55	หูตึงปานกลาง
56 ถึง 70	หูตึงมาก
70 ถึง 90	หูตึงอย่างรุนแรง
มากกว่า 90	หูหนวก

2. เครื่องตรวจการได้ยินแบบไฟฟ้า (audiometer) เป็นการตรวจวัดระดับความดังของเสียงที่ระดับต่ำสุดที่ผู้เข้ารับการตรวจสามารถได้ยินที่ความถี่ต่างๆ และวัดระดับความบกพร่องของเสียงที่ได้ยิน ผลที่ได้จากการตรวจจึงบอกถึงระดับการสูญเสียการได้ยินที่ความถี่ต่างๆ เครื่องตรวจการได้ยินแบบไฟฟ้าชนิดมาตรฐาน (conventional audiometry) จะวัดความถี่ตั้งแต่ 250-8,000 เฮิรตซ์ เป็นการตรวจมาตรฐานที่ใช้ทั่วไปเพื่อบอกว่าระดับความบกพร่องทางการได้ยิน และความถี่ในช่วงนี้จะเป็นความถี่ที่เป็นเสียงพูดของมนุษย์ หากพบความผิดปกติในช่วงความถี่นี้ผู้ป่วยจะมีความรู้สึกการได้ยินลดลงชัดเจน ในขณะที่เครื่องตรวจการได้ยินแบบไฟฟ้าชนิดความถี่สูง (extended high-frequency audiometry หรือ EHF audiometry) จะวัดที่ความถี่ตั้งแต่ 8,000-20,000 เฮิรตซ์ ซึ่งสามารถช่วยคัดกรองประสาทหูเสื่อมในระยะต้นจากการสัมผัสเสียงดังได้ แม้ในคนที่ไม่มีพื้นฐานการได้ยินปกติ หรือไม่มีอาการ

3. เครื่องตรวจวัดเสียงสะท้อนจากเซลล์ขนหูชั้นในได้นอก (otoacoustic emissions หรือ OAEs) เป็นการตรวจเพื่อประเมินการทำงานของเซลล์ขนหูชั้นใน (hair cell) โดยวัดเสียงสะท้อนที่ส่งออกมาจากเซลล์ขนหูชั้นในได้นอก (outer hair cells) ซึ่ง

เป็นการตรวจแบบเชิงวัตถุวิสัย (objective) ที่สามารถตรวจวัดความผิดปกติในระยะแรกได้ถึงแม้การตรวจการได้ยินแบบไฟฟ้าชนิดมาตรฐานจะให้ผลปกติ แต่มีข้อจำกัดคือจะสามารถตรวจการได้ยินในช่วงความถี่ไม่เกิน 8,000 เฮิรตซ์

การได้ยินปกติ หรือ Normal hearing หมายถึง ผลตรวจการได้ยินอยู่ในเกณฑ์ดังต่อไปนี้

- ผลตรวจการได้ยินด้วยเครื่องตรวจการได้ยินแบบไฟฟ้าชนิดมาตรฐาน (conventional audiometry) มีระดับเริ่มการได้ยิน (hearing threshold) เสียงบริสุทธิ์ในแต่ละความถี่ไม่เกิน 25 เดซิเบล

- ผลตรวจการคัดกรองการได้ยินด้วยเครื่องตรวจวัดเสียงสะท้อนจากเซลล์ขนหูชั้นในด้านหลัง (OAEs) ได้ผลการตอบสนองเหนือ noise floor มากกว่า 6 เดซิเบล

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยเลือกใช้สถิติในการนำเสนอ ดังนี้

1. สถิติเชิงพรรณนา (descriptive statistics) ในการวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไป ได้แก่ จำนวน ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าต่ำสุด และค่าสูงสุด
2. วิเคราะห์ข้อมูลระหว่างกลุ่มโดยใช้ t-test: โดยใช้ pair t-test ทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของระดับการได้ยิน ก่อนและหลังการฝึกยิงปืน
3. จากการทดสอบด้วยโปรแกรมทางสถิติ หากค่าความสำคัญ (p-value) น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.05 ถือว่าข้อมูลนั้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ผลการวิจัย

ทหารเกณฑ์จำนวน 80 คน ช่วงอายุเฉลี่ย 21.25 ± 1.13 ปี เพศชาย 80 คน (ร้อยละ 100) ยิงปืนด้วยมือขวาจำนวน 76 คน (ร้อยละ 95) และมือซ้ายจำนวน 4 คน (ร้อยละ 5) ทหารทุก

ตารางที่ 1 แสดงข้อมูลทั่วไปของทหารเกณฑ์จากกองพันทหารราบที่ 3 กรมทหารราบที่ 1

เพศ	ชาย (ร้อยละ 100)
อายุ	21.25 ± 1.13
มือที่ใช้ยิงปืน	มือขวา จำนวน 76 คน (ร้อยละ 95) มือซ้าย จำนวน 4 คน (ร้อยละ 5)
จำนวนหูที่ผิดปกติ	80

หมายเหตุ: ทหารเกณฑ์ทุกคนที่ตรวจพบความผิดปกติทางการได้ยิน มีความผิดปกติเพียงคนละหนึ่งข้างเท่านั้นจึงใช้จำนวนความผิดปกติที่พบเป็นจำนวนคนแทนจำนวนหู

คนใช้ปลอกกระสุนปืนเป็นเครื่องป้องกันเสียง¹⁴ จากการศึกษาพบว่าทหารเกณฑ์ทุกคนที่ตรวจพบความผิดปกติทางการได้ยิน มีความผิดปกติเพียงคนละหนึ่งข้างเท่านั้น จึงใช้จำนวนความผิดปกติที่พบเป็นจำนวนคนแทนจำนวนหูเพื่อความเข้าใจยิ่งขึ้น ดังแสดงตารางที่ 1 หลังยิงปืนเสร็จทันทีภายใน 24 ชั่วโมงพบว่าเมื่อตรวจการได้ยินด้วยเครื่อง conventional audiometry มีผู้อยู่ในเกณฑ์การได้ยินปกติจำนวน 55 คน (ร้อยละ 68.7) ในจำนวนนี้เมื่อตรวจด้วยเครื่อง EHF audiometry และ OAEs พบผู้มีการได้ยินผิดปกติเพิ่มขึ้นจำนวน 16 คน (ร้อยละ 20.0) และ 15 คน (ร้อยละ 18.7) ตามลำดับ ส่วนกลุ่มผู้ที่มีการได้ยินผิดปกติเมื่อตรวจด้วย conventional audiometry จำนวน 25 คน (ร้อยละ 31.2) เป็นผู้มีการได้ยินผิดปกติจาก EHF-audiometry จำนวน 16 คน (ร้อยละ 20) และ จาก OAEs จำนวน 25 คน (ร้อยละ 31.2) ดังแสดงตารางที่ 2

หลังยิงปืน 48 ชั่วโมง เมื่อตรวจด้วย conventional audiometry มีผู้อยู่ในเกณฑ์การได้ยินปกติจำนวน 75 คน (ร้อยละ 93.7) ในจำนวนนี้เมื่อตรวจด้วย EHF audiometry และ OAEs พบผู้ที่มีการได้ยินผิดปกติจำนวน 27 คน (ร้อยละ 33.7) และ 23 คน (ร้อยละ 28.7) ตามลำดับ ส่วนผู้ที่มีการได้ยินผิดปกติเมื่อตรวจด้วย conventional audiometry จำนวน 5 คน (ร้อยละ 6.2) เป็นผู้ที่มีการได้ยินผิดปกติจาก EHF audiometry จำนวน 4 คน และ OAEs ทั้งหมด 5 คน ดังตารางที่ 3

หลังจากยิงปืนตรวจระดับการได้ยินทันทีภายใน 24 ชั่วโมง และหลังยิงปืน 48 ชั่วโมงโดยเครื่องมือทั้ง 3 ชนิด พบว่าในช่วงหลังยิงปืนเสร็จทันที มีการเปลี่ยนแปลงระดับการได้ยินอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความถี่ 2,000-6,000 เฮิรตซ์ เมื่อตรวจการได้ยินด้วยเครื่องตรวจการได้ยินแบบไฟฟ้าชนิดมาตรฐาน (conventional audiometry) และที่ความถี่ 11,200-18,000 เฮิรตซ์ เมื่อตรวจด้วย EHF audiometry ส่วนในช่วงหลังยิงปืน 48 ชั่วโมงพบ

ตารางที่ 2 แสดงจำนวนผู้มีการได้ยินผิดปกติหลังยิงปืนทันทีภายใน 24 ชั่วโมง โดยการตรวจด้วยเครื่อง conventional audiometry ,EHF-audiometry และ OAEs

	Conventional audiometry		Total ear, No. (%)
	Normal ear, No. (%)	Abnormal ear, No. (%)	
EHF-audiometry result			
Normal	39 (48.7)	9 (11.2)	80 (100)
Abnormal	16 (20.0)	16 (20.0)	
Total ear, No. (%)	55 (68.7)	25 (31.2)	
OAEs result			
Normal	40 (50.0)	0 (0)	80 (100)
Abnormal	15 (18.7)	25 (31.2)	
Total ear, No. (%)	55 (68.7)	25 (31.2)	

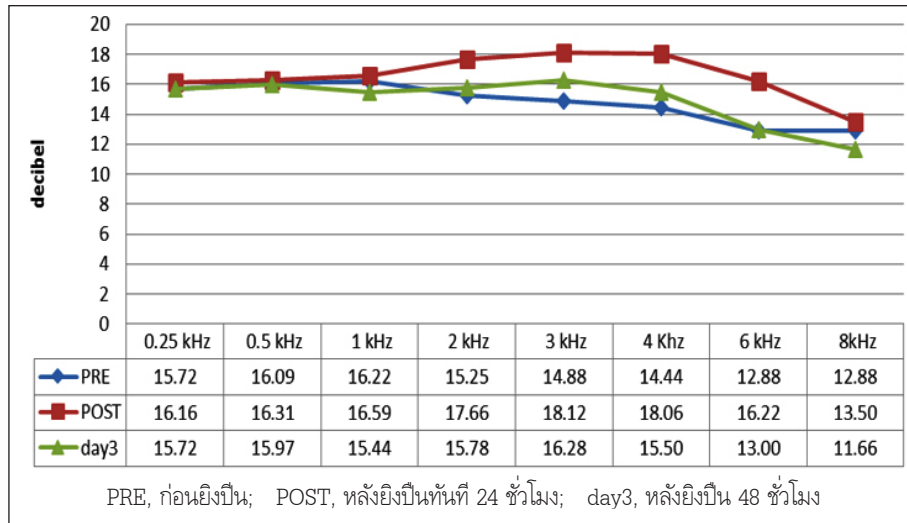
ตารางที่ 3 แสดงจำนวนผู้มีการได้ยินผิดปกติหลังยิงปืน 48 ชั่วโมง โดยการตรวจด้วยเครื่อง conventional audiometry ,EHF-audiometry และ OAEs

	Conventional audiometry		Total ear, No. (%)
	Normal ear, No. (%)	Abnormal ear, No. (%)	
EHF-audiometry result			
Normal	48 (60.0)	1 (1.2)	80 (100)
Abnormal	27 (33.7)	4 (5.0)	
Total ear, No. (%)	75 (93.7)	5 (6.2)	
OAEs result			
Normal	52 (65.0)	0 (0)	80 (100)
Abnormal	23 (28.7)	5 (6.2)	
Total ear, No. (%)	75 (93.7)	5 (6.2)	

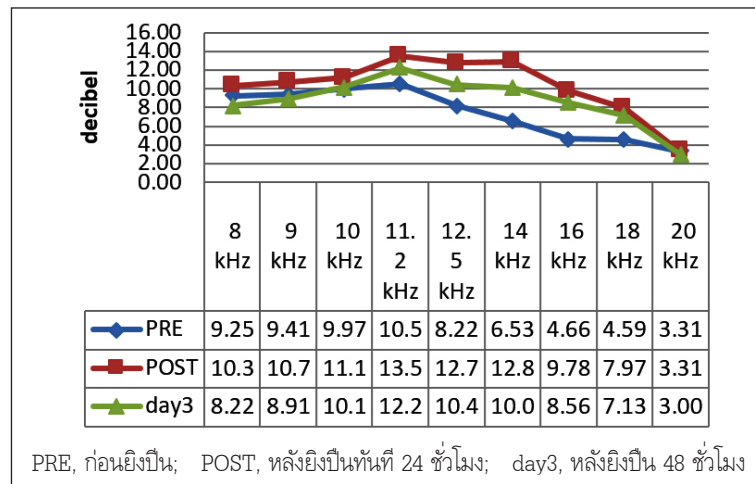
การเปลี่ยนแปลงระดับการได้ยินอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความถี่ 1,000, 4,000 และ 8,000 เฮิรตซ์ เมื่อตรวจด้วย conventional audiometry และ 8,000, 14,000-18,000 เฮิรตซ์เมื่อตรวจด้วย EHF audiometry และเมื่อตรวจด้วย OAEs พบการเปลี่ยนแปลงระดับการได้ยินอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความถี่ 1,000-2,800 เฮิรตซ์ และ 4,000-6,000 เฮิรตซ์ ในช่วงหลังยิงปืนทันทีและหลังยิงปืน 48 ชั่วโมงตามลำดับ ดังแผนภูมิที่ 1-3

เมื่อนำผลการตรวจระดับการได้ยินมาแยกตามความถี่เพื่อดูจำนวนคนที่มีการได้ยินผิดปกติ พบว่าเมื่อตรวจด้วย conventional audiometry ช่วงหลังยิงปืนเสร็จทันทีและหลังยิงปืน 48 ชั่วโมง พบจำนวนผู้มีการได้ยินผิดปกติมากที่สุดที่ความถี่ 4,000 เฮิรตซ์ จำนวน 20 คน (ร้อยละ 12.5) และ 4 คน (ร้อยละ 2.5) ตามลำดับ รองลงมาคือที่ความถี่ 6,000 เฮิรตซ์ จำนวน 11 คน

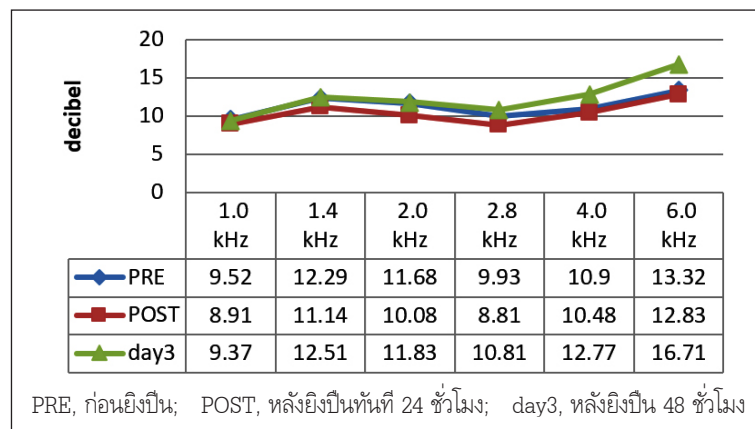
(ร้อยละ 6.88) และ 3 คน (ร้อยละ 1.88) ตามลำดับ เมื่อตรวจด้วย EHF audiometry ช่วงหลังยิงปืนเสร็จทันทีและหลังยิงปืน 48 ชั่วโมง พบว่า มีความผิดปกติที่ 16,000 เฮิรตซ์ จำนวน 23 คน (ร้อยละ 14.38) และ 22 คน (ร้อยละ 12.5) ตามลำดับ และที่ความถี่ 14,000 เฮิรตซ์ จำนวน 22 คน (ร้อยละ 13.75) และ 17 คน (ร้อยละ 10.63) ตามลำดับ ส่วนการตรวจด้วย OAEs หลังยิงปืนเสร็จทันทีพบผู้การได้ยินผิดปกติมากที่สุดที่ความถี่ 2,800 เฮิรตซ์ จำนวน 35 คน (ร้อยละ 21.88) รองลงมาคือ 4,000 เฮิรตซ์ จำนวน 26 คน (ร้อยละ 16.25) และหลังยิงปืน 48 ชั่วโมง ได้แก่วความถี่ 1,000 เฮิรตซ์ จำนวน 23 คน (ร้อยละ 14.38) รองลงมาคือที่ 1,400 เฮิรตซ์ จำนวน 19 คน (ร้อยละ 13.13) ดังแสดงแผนภูมิที่ 4-6



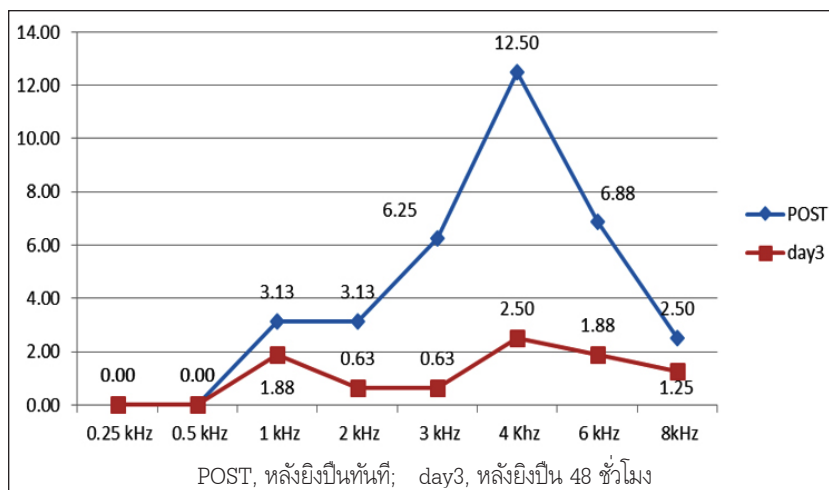
แผนภูมิที่ 1 แสดงระดับการเปลี่ยนแปลงการได้ยินโดยการตรวจด้วย conventional audiometry



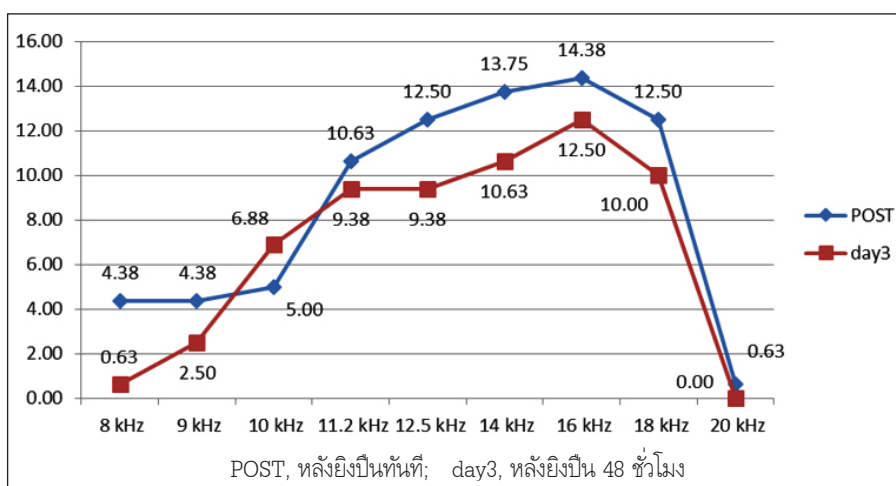
แผนภูมิที่ 2 แสดงระดับการเปลี่ยนแปลงการได้ยินด้วย EHF-audiometry



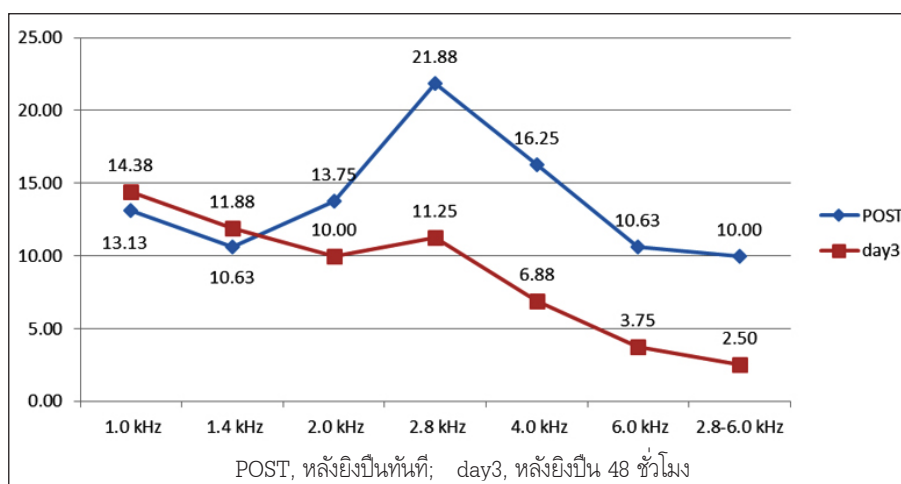
แผนภูมิที่ 3 แสดงระดับการเปลี่ยนแปลงการได้ยินด้วย OAEs



แผนภูมิที่ 4 แสดงจำนวน (ร้อยละ) ผู้ที่มีการได้ยินผิดปกติที่ระดับความถี่ต่างๆ ด้วย conventional audiometry หลังจากยิงปืนเสร็จภายใน 24 ชั่วโมง และหลังยิงปืน 48 ชั่วโมง



แผนภูมิที่ 5 แสดงจำนวน (ร้อยละ) ผู้ที่มีการได้ยินผิดปกติที่ระดับความถี่ต่างๆ ด้วย EHF audiometry หลังจากยิงปืนภายใน 24 ชั่วโมง และหลังยิงปืน 48 ชั่วโมง



แผนภูมิที่ 6 แสดงจำนวน (ร้อยละ) ผู้ที่มีการได้ยินผิดปกติที่ระดับความถี่ต่างๆ ด้วย OAEs หลังจากยิงปืนภายใน 24 ชั่วโมง และหลังยิงปืน 48 ชั่วโมง

เมื่อนำผลการตรวจระดับการได้ยินมาแยกตามระดับความรุนแรงของการได้ยินผิดปกติ พบว่าระดับความรุนแรงที่พบมากที่สุดอยู่ในช่วงหูตึงเล็กน้อย รองลงมา คือ หูตึงปานกลางและหูตึงมาก ตามลำดับ นอกจากนี้เมื่อตรวจด้วย conventional audiometry ทั้งในช่วงหลังยิงปืนเสร็จทันทีและหลังยิงปืน 48 ชั่วโมง ระดับความรุนแรงของการได้ยินผิดปกติพบที่ความถี่ 4,000 และ 6,000 เฮิรตซ์ โดยมีระดับการได้ยินอยู่ในช่วงหูตึงมาก เมื่อตรวจด้วย EHF audiometry ทั้งในช่วงหลังยิงปืนเสร็จทันทีและหลังยิงปืน 48 ชั่วโมง ระดับความรุนแรงการได้ยินผิดปกติต่ำที่สุดที่ความถี่ 12,500 และ 14,000 เฮิรตซ์ โดยมีระดับการได้ยินอยู่ในช่วงหูตึงมากเช่นกัน ดังจะเห็นได้จากตารางแบ่งระดับความรุนแรงการได้ยินตามความถี่ (ตารางที่ 4)

ความบกพร่องทางการได้ยินที่ความถี่สูงผู้ป่วยอาจจะไม่รู้สึกรถึงการสูญเสียการได้ยินแต่ผู้ป่วยบางคนจะมีการหูอื้อ หรือได้ยินเสียงดังในหู ซึ่งพบจากงานวิจัยมีผู้ป่วย 4 คนที่มีอาการหูอื้อ โดย 3 คนในกลุ่มดังกล่าวพบว่าอยู่ในกลุ่มบกพร่องการได้ยินที่ความถี่สูง (14,000-18,000 เฮิรตซ์)

วิจารณ์

จากการศึกษาพบว่าหลังยิงปืนทันที ถึงแม้ผลตรวจการได้ยินด้วย conventional audiometry อยู่ในเกณฑ์ปกติการได้ยินปกติจำนวน 55 คน (ร้อยละ 68.7) แต่ยังมีผู้ป่วยที่มีความผิดปกติเพิ่มเติมเมื่อตรวจด้วย EHF audiometry จำนวน 16 คน (ร้อยละ 20.0) และจาก OAEs จำนวน 15 คน (ร้อยละ 18.7) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการตรวจด้วย conventional audiometry ได้ผลปกติไม่สามารถยืนยันว่าการได้ยินจะปกติในทุกความถี่ สนับสนุนด้วยการศึกษาของ Rocha RL et al.¹⁵ และผลการศึกษาของ M. A. HOTZ⁹ ดังนั้น การตรวจด้วย EHF audiometry และ OAEs จะช่วยเพิ่มความสามารถในการตรวจพบความชุกของผู้สูญเสียการได้ยินได้เพิ่มมากขึ้น หลังยิงปืน 48 ชั่วโมงพบว่าจำนวนผู้ที่ตรวจพบความผิดปกติเมื่อตรวจด้วยเครื่องมือทั้ง 3 ชนิด มีจำนวนลดลงแสดงให้เห็นว่าส่วนใหญ่เป็นการสูญเสียการได้ยินแบบชั่วคราวสัมพันธ์กับการศึกษาของ Bourchom W, et al¹⁶

เมื่อตรวจด้วย conventional audiometry จะพบการเปลี่ยนแปลงระดับการได้ยินอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในช่วงความถี่ 2,000-6,000 เฮิรตซ์ หลังยิงปืนเสร็จทันที เนื่องจากตำแหน่งแรกที

เกิดการเปลี่ยนแปลงหลังได้รับเสียงดัง คือ เซลล์ประสาทรับความรู้สึกของระบบการได้ยิน (mechanosensory receptors) ช่วงตำแหน่งระยะที่สอง (second quadrant) ของฐานอวัยวะรูปก้นหอย ซึ่งตรงกับช่วงความถี่ดังกล่าว และ หลังยิงปืน 48 ชั่วโมง จะพบการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในช่วงความถี่ 1,000, 4,000 และ 8,000 เฮิรตซ์ จะเห็นได้ว่าแม้ช่วงความถี่อื่นหลัง 48 ชั่วโมงจะกลับมามีการได้ยินปกติ แต่ยังมีค่าความถี่ที่ 4,000 เฮิรตซ์ ยังคงมีการเปลี่ยนแปลงเช่นเดิม สันนิษฐานได้ว่าที่ความถี่นี้มีแนวโน้มที่จะสูญเสียการได้ยินอย่างถาวร ตรงกับข้อมูลที่ว่า ที่ความถี่ 4,000 เฮิรตซ์ จะเป็นความถี่แรกที่มีผล เนื่องจากเสียงที่ดังจะทำให้ลายเซลล์ขนหูชั้นในด้านนอกในตำแหน่งที่สัมพันธ์กับความถี่ 4,000 เฮิรตซ์² ซึ่งสนับสนุนด้วยการศึกษาของ A.H. Mehrparvar, et.al¹¹

เมื่อตรวจด้วย EHF audiometry พบระดับการได้ยินเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ความถี่ที่ตรงกันในสองช่วงเวลาคือช่วง 14,000-18,000 เฮิรตซ์ ซึ่งสัมพันธ์กับการศึกษาของ A.H. Mehrparvar, et. al¹¹ เช่นกัน

ระดับความรุนแรงของผู้มีการได้ยินผิดปกติเมื่อตรวจด้วย conventional audiometry และ EHF audiometry ทั้งในช่วงหลังยิงปืนเสร็จทันทีและหลังยิงปืน 48 ชั่วโมง พบมากที่สุดอยู่ในช่วง หูตึงน้อย รองลงมา คือ หูตึงปานกลาง และ หูตึงมาก ตามลำดับ ถึงแม้ว่าระดับความรุนแรงของการได้ยินผิดปกติส่วนใหญ่จะอยู่ในระดับหูตึงน้อย แต่พบจำนวนผู้มีการได้ยินผิดปกติจำนวนมากโดยเฉพาะในช่วงความถี่ที่มนุษย์ใช้ในการสื่อสาร คือ ช่วงความถี่ที่ 1,000 และ 2,000 เฮิรตซ์ ซึ่งมีความสำคัญมากโดยเฉพาะอย่างยิ่งในอาชีพทหาร เพราะการสื่อสารมีผลต่อยุทธวิธีการรบ

สรุป

ในกลุ่มทหารเกณฑ์ที่เข้ารับการฝึกยิงปืนพบว่า พบความชุกของการสูญเสียการได้ยินเพิ่มขึ้นทั้งหลังยิงปืนทันทีภายใน 24 ชั่วโมง และหลังยิงปืน 48 ชั่วโมงเมื่อตรวจการได้ยินด้วยเครื่อง EHF audiometry และ OAEs และระดับความรุนแรงอยู่ที่ระดับหูตึงน้อย ดังนั้นการตรวจเพิ่มเติมด้วย EHF audiometry และ OAEs จึงเป็นการช่วยค้นพบการได้ยินที่ผิดปกติเพิ่มเติมได้ทั้งในการสูญเสียการได้ยินแบบชั่วคราวและแบบถาวร และเป็นแนวทางในการป้องกันการสูญเสียการได้ยินในผู้ป่วยกลุ่มเสี่ยงมากขึ้น

ตารางที่ 4 แสดงระดับความรุนแรงของการได้ยินผิดปกติเทียบแต่ละความถี่ หลังจากฝึกยิงปืนของทั้ง 3 เครื่องมือ

	Total				
	<= 25 n (%)	26-40 n (%)	41-55 n (%)	56-70 n (%)	>70 n (%)
POST					
Conventional-POST					
0.25 kHz	160 (100.00)	-	-	-	-
0.5 kHz	160 (100.00)	-	-	-	-
1 kHz	155 (96.88)	5 (3.13)			
2 kHz	155 (96.88)	3 (1.88)	2 (1.25)	-	-
3 kHz	150 (93.75)	9 (5.63)	1 (0.63)	-	-
4 kHz	140 (87.5)	19 (11.88)	-	1 (0.63)	-
6 kHz	149 (93.13)	10 (6.25)	-	1 (0.63)	-
8 kHz	156 (97.5)	3 (1.88)	1 (0.63)	-	-
Hf audiometry-POST					
8 kHz	153 (95.63)	7 (4.38)	-	-	-
9 kHz	153 (95.63)	5 (3.13)	2 (1.25)	-	-
10 kHz	152 (95)	8 (5)	-	-	-
11.2 kHz	143 (89.38)	12 (7.5)	5 (3.13)	-	-
12.5 kHz	140 (87.5)	14 (8.75)	2 (1.25)	4 (2.5)	-
14 kHz	138 (86.25)	13 (8.13)	5 (3.13)	4 (2.5)	-
16 kHz	137 (85.63)	14 (8.75)	9 (5.63)	-	-
18 kHz	140 (87.5)	20 (12.5)	-	-	-
20 kHz	159 (99.38)	1 (0.63)	-	-	-
day 3					
Conventional-day					
0.25 kHz	160 (100.00)	-	-	-	-
0.5 kHz	160 (100.00)	-	-	-	-
1 kHz	157 (98.13)	3 (1.88)	-	-	-
2 kHz	159 (99.38)	1 (0.63)	-	-	-
3 kHz	159 (99.38)	-	1 (0.63)	-	-
4 kHz	156 (97.5)	3 (1.88)	-	1 (0.63)	-
6 kHz	157 (98.13)	2 (1.25)	-	1 (0.63)	-
8 kHz	158 (98.75)	1 (0.63)	1 (0.63)	-	-
Hf audiometry-day					
8 kHz	159 (99.38)	1 (0.63)	-	-	-
9 kHz	156 (97.5)	4 (2.5)	-	-	-
10 kHz	149 (93.13)	11 (6.88)	-	-	-
11.2 kHz	145 (90.63)	11 (6.88)	4 (2.5)	-	-
12.5 kHz	145 (90.63)	9 (5.63)	5 (3.13)	1 (0.63)	-
14 kHz	143 (89.38)	10 (6.25)	5 (3.13)	2 (1.25)	-
16 kHz	140 (87.5)	13 (8.13)	7 (4.38)	-	-
18 kHz	144 (90)	16 (10)	-	-	-
20 kHz	160 (100.00)	-	-	-	-

หมายเหตุ จำนวนรวมเป็นจำนวนหูทั้งหมด 160 (n = 80) เนื่องจากการตรวจจะหูทั้ง 2 ข้างพร้อมกัน

เอกสารอ้างอิง

1. Roberto M, Zito F. Scar formation following impulse noise-induced mechanical damage to the organ of Corti. *J Laryngol Otol*. 1988(1);102:2-9.
2. Yong JS, Wang DY. Impact of noise on hearing in the military. *Mil Med Res*. 2015;2:6.
3. Brown CJ. Electrophysiologic Assessment of Hearing. In: Flint P, Cummings C, Haughey B, Thomas R, Harker L, Robbins T, et al, eds. In: *Cummings Otolaryngology: Head and Neck Surgery Review*. 4th ed. Baltimore: Mosby; 2005. p. 3466-76.
4. Dobie RA. Noise-induced hearing loss. In: Bailey BJ, Johnson JT, Newlands SD, eds. *Head and Neck Surgery-Otolaryngology*. 4th ed. Vol. 2. Philadelphia, USA: Lippincott Williams & Wilkins; 2006. p. 2906-23.
5. Arts HA. Sensorineural hearing loss: evaluation and management in adults. In: *Cummings Otolaryngology: Head and Neck*. 4th ed. Vol. 3. Philadelphia, USA: Lippincott Williams & Wilkins; 2006. p. 3542-3.
6. Le Prell CG, Yamashita D, Minami SB, Yamasoba T, Miller JM. Mechanisms of noise-induced hearing loss indicate multiple methods of prevention. *Hear Res*. 2007;226(1-2):22-43.
7. Stanley A. *Essentials of Audiology*. 4th ed. New York, NY: Thieme; 2016. p. 456-97.
8. Helfer TM, Jordan NN, Lee RB. Postdeployment hearing loss in U.S. Army soldiers seen at audiology clinics from April 1, 2003, through March 31, 2004. *Am J Audiol*. 2005;14(2):161-8.
9. Hausler R. The effects of acoustic overstimulation. *Ther Umsch*. 2004;61(1):21-
10. Hotz MA, Probst R, Harris FP, Hauser R. Monitoring the Effects of Noise Exposure using Transiently Evoked Otoacoustic Emissions. *Acta Otolaryngol (Stockh)*. 1993;113(4):478-82.
11. Marshall L, Lapsley Miller JA, Heller LM, Wolgemuth KS, Hughes LM, Smith SD, et al. Detecting incipient inner-ear damage from impulse noise with otoacoustic emission. *J A coust Soc Am*. 2009;125(2):995-1013.
12. Mehrparvar AH, Mirmohammadi SJ, Davari MH, Mostaghaci M, Mollasadeghi A, Bahaloo M, et al. Conventional Audiometry, High-Frequency Audiometry, and DPOAE for Early Diagnosis of NIHL. *Iran Red Cres Med J*. 2014;16(1):140-7.
13. Balatsouras DG, Homsoglou E, Danielidis V. Extended high-frequency audiometry in patients with acoustic trauma. *Clin. Otolaryngol*. 2005;30(3):249-54.
14. Flint PW, Haughey BH, Lund VJ, Niparko J, Robbins K, Thomas JR, et al. *Cummings Otolaryngology Head & Neck surgery*. 6th ed. Philadelphia, USA: Mosby Elsevier; 2015. p. 2345-55.
15. Humes LE, Joellenbeck LM, Durch JS. Responding to Noise Risks: Hearing Conservation Programs in the Military. In: *Noise and military service. Implication for hearing loss and tinnitus*. Washington, DC: The National Academies Press; 2006; p.146-89.
16. Rocha RL, Atherino CC, Frota SM. High-frequency audiometry in normal hearing military firemen exposed to noise. *Braz J Otorhinolaryngol*. 2010;76(6):687-94.
17. Bouchom W., Hanchumpol P., Jaruchinda P. Comparative Study of Hearing Loss Between Using and Non-using 5-Wings type Ear Protection of Thai Military Training. *J Med Assoc Thai*. 2018;101(7):971-5.

