

Effects of Exposure to Impact Noise on the Hearing of Armed Forces and Evaluation of the Methods to Control and Decrease its Consequences: A Review Study

Hesam Akbari¹, Amir Adibzadeh², S. Nafissh Eshagh Hosseini³, Hamed Akbari^{1*}

¹Health Research Center, Baqiyatallah University of Medical Sciences, Tehran, Iran

²Department of Environmental Health Engineering, School of Public Health, Baqiyatallah University of Medical Sciences, Tehran, Iran

³Otolaryngologist, School of Medicine, Shahed University, Tehran, Iran

Received: 9 April 2022 Accepted: 3 September 2022

Abstract

Background and Aim: Exposure to impact noise (short-term, high intensity) higher than permitted levels results in injury to the auditory system. Armed forces are one of the occupational groups exposed to these types of noises resulting from gunshots. In this study, relevant articles and research on the adverse effects of impact noise, hearing loss, and tinnitus in armed forces and effective control methods are reviewed.

Methods: In this review study, the databases of Web of Science, Scopus, PubMed, Science Information Database (SID), Islamic World Science Citation Center (ISC), and Science Direct were searched with the keywords including noise-induced hearing loss, armed forces, impact noise, control and exposure in armed forces and shooting range. Through determining entrance and exit indicators and consultations among writers, from 68 evaluated articles, 42 entered the study, and 26 were removed.

Results: Several studies measured the gunshot noise level and found that exposure to this noise resulted in different auditory complications depending on the frequency and intensity of exposure. Baseline characteristics and lifestyle are parameters involved in developing noise-induced hearing loss. Active and passive noise control methods and the use of hearing protection devices are among the measures adopted to reduce the intensity of exposure and decrease the detrimental effects of noise on the auditory system.

Conclusion: The use of hearing protection with an active noise cancellation has been developing during the past years, however, it is recommended to use both noise control engineering and hearing protection to reduce the highest level of harmful noise possible when firing a weapon. It should be noted that to prevent hearing loss in the military staff, it is necessary to build medical records upon recruitment for hearing monitoring and conduct periodic examinations.

Keywords: Noise-induced hearing loss, Tinnitus, Armed forces, Control.

*Corresponding author: Hamed Akbari, Email: akbarihamed_2005@yahoo.com

تأثیرات مواجهه با صدای ضربه‌ای بر شنوایی نیروهای مسلح و بررسی روش‌های کنترل و کاهش بروز عوارض ناشی از آن: مطالعه مروری

حسام اکبری^۱، امیر ادیب‌زاده^۲، سیده نفیسه اسحاق حسینی^۳، حامد اکبری^{۱*}

^۱ مرکز تحقیقات بهداشت و تغذیه، پژوهشکده سبک زندگی، دانشگاه علوم پزشکی بقیه الله (عج)، تهران، ایران

^۲ گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی بقیه الله (عج)، تهران، ایران

^۳ گروه تخصصی گوش، حلق و بینی، دانشکده پزشکی دانشگاه شاهد، تهران، ایران

چکیده

زمینه و هدف: مواجهه با صدای ضربه‌ای (با خاصیت زمان کوتاه و شدت زیاد) بالاتر از حدود مجاز منجر به بروز آسیب به سیستم شنوایی می‌شود. نیروهای مسلح از جمله گروه‌های شغلی هستند که در معرض مواجهه با این نوع صدا ناشی از شلیک گلوله قرار دارند. در این مطالعه با بررسی پژوهش‌های مرتبط، اثر صدای ضربه‌ای، افت شنوایی و عارضه وزوز گوش در پرسنل نیروهای مسلح و راهکارهای کنترلی موثر و مرتبط را مرور کرده و تأثیر آن‌ها را بررسی کنیم.

روش‌ها: در این مطالعه مروری بانک‌های اطلاعاتی Web of Science, Scopus, PubMed, SID, ISC, Science Direct با کلمات کلیدی افت شنوایی ناشی از صدا، پرسنل نظامی، صدای ضربه‌ای، کنترل و مواجهه در نیروهای مسلح و میدان تیر جستجو شد. با تعیین معیارهای ورود و خروج و تبادل نظر نویسندگان، از بین ۶۸ مقاله که مورد بررسی قرار گرفتند، ۴۲ مقاله با توجه به ضوابط تعریف شده وارد مطالعه و ۲۶ مقاله از این پژوهش حذف شدند.

یافته‌ها: چندین مطالعه تراز فشار صدا ناشی از تیراندازی را اندازه‌گیری کرده و دریافتند که که مواجهه با این نوع صدا منجر به عوارض شنیداری شده که با توجه به میزان و شدت مواجهه در بین افراد متغیر است. متغیرهای زمینه‌ای و سبک زندگی نیز از جمله پارامترهای دخیل در بروز افت شنوایی ناشی از صدا هستند. کارهای مهندسی کنترل صدا و همچنین استفاده از تجهیزات حفاظت شنوایی به صورت فعال و غیر فعال از جمله اقداماتی است که می‌تواند شدت مواجهه را کم و تأثیرات مخرب بر اندام شنوایی را کاهش دهد.

نتیجه‌گیری: استفاده از لوازم حفاظت شنوایی با قابلیت کنترل صدای فعال، در سال‌های اخیر پیشرفت‌هایی داشته است. البته در حال حاضر استفاده از هر دو روش کنترل مهندسی و استفاده از تجهیزات حفاظت شنوایی برای بیشترین کاهش میزان صدای مواجهه ناشی از تیراندازی توصیه می‌شود. توجه به این نکته ضروری است که برای پیشگیری و مدیریت آسیب و افت شنوایی پرسنل نظامی، تشکیل پرونده پزشکی با محوریت پایش شنوایی پیش از بکارگیری و همچنین معاینات دوره‌ای افراد باید صورت پذیرد.

کلیدواژه‌ها: افت شنوایی ناشی از صدا، وزوز گوش، نیروهای مسلح، کنترل.

مقدمه

صدایی است که وجود ندارد و عموماً با صدای زنگ زدن در گوش، کلیک و هیس شنیده می‌شود. این عارضه ممکن است در اثر یک بار مواجهه با صدای ضربه‌ای با شدت بالا، مواجهه بلند مدت با صدای ضربه‌ای تکراری، مواجهه طولانی با صدای پیوسته و یا مواجهه همزمان با صدای پیوسته و ضربه‌ای به وجود آید (۹).

نیروهای نظامی و پلیس در میان گروه‌های شغلی شناخته شده‌ای که در مواجهه با صدای غیر مجاز قرار دارند، دسته‌بندی می‌شوند. عامل اصلی این مواجهه، صدای ناشی از تیراندازی و صداهای محیطی دیگر می‌باشد. تیراندازی که به صورت تفریحی و یا ورزشی نیز اقدام به شلیک می‌کنند، در معرض مواجهه با صدای بالاتر از حدود استاندارد هستند. اما افراد نظامی به دلیل شرایط شغلی متفاوتشان و همینطور گذراندن دوره خدمت سربازی بخش بزرگی از این گروه را تشکیل می‌دهند (۱۰).

صدای ناشی از اسلحه با خصوصیات تراز فشار بسیار بالا و زمان انتشار بسیار کم (در حد میلی‌ثانیه) شناخته می‌شوند. این نوع صدا، صدای ضربه‌ای نام دارد و با نوع صدای ثابت و پیوسته‌ای که در صنایع وجود دارد متفاوت است (۱۱). مطالعات کم و بیش گسترده‌ای در زمینه بررسی میزان مواجهه با صدا، تأثیرات بر شنوایی و راهکارهای کنترلی در بین نیروهای مسلح منتشر شده است که در این مطالعه مروری به بررسی نقاط ضعف و قوت این پژوهش‌ها پرداخته شده است. به نظر می‌رسد جمع‌بندی فعالیت‌های صورت گرفته در راستای کاهش بروز افت شنوایی در پرسنل نیروهای مسلح و مقایسه نتایج و خروجی مطالعات با یکدیگر اقدامی ضروری باشد. عارضه‌های ناشی از مواجهه با صدا تأثیرات متعددی بر کیفیت زندگی، هزینه امورات روزانه شخصی و هزینه پنهان درمانی برای سازمان مربوطه دارد. با بررسی مطالعات صورت گرفته، جمع‌بندی و مرور یافته‌ها در مطالعه حاضر، قصد داریم اثر صدای ضربه‌ای در پرسنل نیروهای مسلح و راهکارهای کنترلی موثر و مرتبط را مرور کرده و تأثیر آن‌ها را بررسی کنیم.

روش‌ها

این مطالعه بر اساس مرور متون مقالات، داده و اطلاعات منابع علمی منتشر شده بنا نهاده شد. بانک‌های اطلاعاتی مورد نظر شامل Web of Science, Scopus, PubMed, SID, Science Direct، ISC، Science Direct با مجموعه کلمات جستجو شامل افت شنوایی ناشی از صدا به علاوه پرسنل نظامی، افت شنوایی ناشی از صدای ضربه‌ای، کنترل صدای ضربه‌ای، مواجهه با صدا در نیروهای مسلح و میدان تیر بود. سایت مجلات مرتبط با ایمنی و بهداشت شغلی معتبر داخلی و خارجی نیز مورد بررسی و جستجو واقع شدند.

معیارهای ورود به مطالعه شامل مقاله منتشر شده به زبان‌های فارسی و انگلیسی، دسترسی به متن مقاله به صورت کامل، مقالات با موضوع مواجهه پرسنل نظامی با صدای ضربه‌ای، افت شنوایی

مواجهه با صدای خطرناک یکی از خطرات معمول شغلی به شمار می‌رود. با در نظر گرفتن تخمین‌های جهانی پراکنده و غیردقیق و روش‌های آماری و گزارش‌دهی متفاوت، مواجهه شغلی با صدا در کانادا حدود ۱۵ درصد، ۲۰ درصد در اتحادیه اروپا و ۲۰ درصد در استرالیا مشاهده می‌شود (۱). مواجهه با ترازهای فشار صوت بالا منجر به بروز ناهنجاری‌های شنیداری شده و عاملی تهدیدکننده برای سلامت انسان به شمار می‌آید (۲). آسیب یا ترومای شنوایی ممکن است در اثر مواجهه با صدای ضربه‌ای (Impact) کوتاه مدت و شدید رخ دهد. آسیب شنوایی شامل جراحت گوش میانی و داخلی در اثر مواجهه لحظه‌ای و کوتاه مدت با صدای با شدت بالا (مثل انفجار) می‌باشد. علائم این عارضه شامل افت شنوایی موقت، وزوز گوش (Tinnitus)، پرشدگی گوش (یا سنگینی گوش)، پارگی محتمل پرده گوش و تخریب کامل یا قسمتی از استخوان‌های شنیداری می‌باشد. صداهای ضربه‌ای به طور معمول در محدوده ۳۰۰۰ تا ۶۰۰۰ هرتز تأثیر می‌گذارد که اگر مواجهه ادامه پیدا کند دیگر فرکانس‌ها نیز درگیر می‌شوند. یکی از فعالیت‌هایی که باعث مواجهه افراد با این نوع صدا می‌شود، تیراندازی می‌باشد که در بین افراد نظامی مقوله‌ای طبیعی و معمول است (۳). افت شنوایی متداول‌ترین نوع آسیب شنوایی در انسان می‌باشد که ۳۶۰ میلیون نفر (حدود ۱۸۳ میلیون مرد بزرگسال و ۱۴۵ میلیون زن بزرگسال) در سطح جهان به آن مبتلا هستند. افت شنوایی می‌تواند در وجود عوامل محیطی بروز پیدا کند؛ مثل مواجهه با صدا یا مواد شیمیایی اتوتوکسیک و یا سالخورده‌گی. آسیب‌های ترومایی مثل مواجهه با صدای ناشی از انفجار یا شلیک اسلحه منجر به افت شنوایی ناگهانی می‌شود (۴). گاهی اوقات این افت شنوایی با صدای زنگی (وزوز) داخل گوش همراه است (۵). مواجهه با صدا عامل افت شنوایی در ۱۰ درصد بزرگسالان، به خصوص سربازان بازنشسته نظامی می‌باشد (۶).

مدت زمان زیادی است که افت شنوایی ناشی از مواجهه با صدا در بین نیروهای نظامی شناخته به عنوان عامل ناتوان کننده‌ای می‌شود. افت شنوایی شایع‌ترین ناتوانی شغلی در وزارت دفاع آمریکا بوده و سالانه بیشتر از یک میلیارد دلار بابت جبران آسیب (افت شنوایی و وزوز گوش) به سربازان و نیروهای بازنشسته پرداخت می‌شود (۷). صداهای با شدت بالا در قالب صداهای ضربه‌ای (مثل شلیک گلوله یا انفجار) می‌تواند باعث شروع افت شنوایی ناگهانی شود که عموماً غیرقابل بازگشت بوده و این افت مربوط به آسیب ساختاری به سیستم شنوایی است. حساسیت به اثرات آسیب‌زای مواجهه با صدا به طرز قابل توجهی در افراد مختلف متفاوت است که این موضوع بیانگر اهمیت فاکتورهای ژنتیکی در بروز بیماری است (۴). بر همین اساس متخصصان در تلاش هستند که از هرگونه مواجهه آسیب‌زا جلوگیری کنند و همه افراد در معرض را در گروه حساس به صدا تلقی کنند (۸). وزوز گوش درک و شنیدن

ناشی از صدا و وزوز گوش در پرسنل نظامی، کنترل صدای ناشی از شلیک اسلحه و تجهیزات حفاظت فردی بودند. مطالعات و مقالات دیگر از مطالعه حاضر خارج شدند. نویسندگان با تبادل نظر و با توجه به ضوابط تعریفی نسبت به انتخاب مقالات و مطالعات مرتبط اقدام کردند. باقی مطالعات شامل مواجهه با صدای ضربه‌ای در مشاغل دیگر (مثل صنایع فلز کاری)، افت شنوایی و وزوز گوش ناشی از مشاغل عمومی و عناوین تکراری از این پژوهش خارج شدند.

تمام پژوهش‌هایی که به بررسی مواجهه با صدای ضربه‌ای در پرسنل نظامی و تاثیرات آن شامل افت شنوایی و وزوز گوش و نقش شرایط زمینه‌ای افراد پرداخته و همچنین مقالات روش‌های کنترلی کاهش مواجهه مربوطه، وارد مطالعه شدند. در این راستا از بین ۶۸ مقاله بدون قضاوت پیش فرض، ۴۲ مقاله با توجه به ضوابط تعریف شده وارد مطالعه و ۲۶ مقاله از این پژوهش حذف شدند.

نتایج

بر اساس آنالیز قوانین مربوط به حدود مجاز مواجهه شغلی با صدای ضربه‌ای توسط موسسه بین‌المللی مهندسی کنترل صدا در چند کشور، حدود مجاز در بازه ۱۱۵ دسی بل (Fast (A تا ۱۴۰ دسی بل (C) Peak تعریف شده است. این منبع نشان می‌دهد که اندازه‌گیری‌های وزنی شبکه C نسبت به اندازه‌گیری غیر وزنی آن (خطی) ارجح است. همچنین ترازهای پیک برای ارزیابی صداهای ضربه‌ای به دلیل پوشش دادن بازه فرکانسی وسیع‌تر، کاربرد مناسب‌تری دارند (۱۲). صدای تولید شده ناشی از شلیک اسلحه اغلب از حدود مجاز مواجهه (PEL) توسط سازمان بهداشت و ایمنی شغلی (OSHA) و حدود مجاز توصیه شده (REL) (۱۴۰) دسی بل فشار صوت پیک (NIOSH) سازمان بالاتر می‌باشد (۱۳، ۱۴). توجه به این نکته ضروری است که بازتاب‌های صدای ضربه‌ای در میدان تیر بسته و انتشار متفاوت آن منجر به تجربه متفاوتی از مواجهه با صدای شلیک اسلحه در میدان تیر باز می‌شود. اگرچه تراز فشار پیک در محل استقرار تیرانداز و یا اطرافش در میدان تیر باز و بسته تفاوت چشمگیری ندارد (۱۵).

در ادامه به بررسی سلاح‌های سازمانی نیروهای مسلح ایران (کلاشینکف AK-47 و ژ ۳)، سلاح‌های کم‌ری در نیروهای پلیس و برخی دیگر از متداول‌ترین سلاح‌های مورد استفاده و میزان فشار صدای ناشی از شلیک آن‌ها می‌پردازیم.

شدت صدا و مواجهه با صدای ناشی از تیراندازی

در نیروهای نظامی

نیروهای نظامی در معرض چالش‌هایی هستند که در هیچ شغل دیگری (مثل صنایع) دیده نمی‌شود. بازه آکوستیکی محیط‌های نظامی ممکن است از حدود ۳۰ دسی بل (فضاهای باز بدون صدا) تا ۹۰ الی ۱۱۸ دسی بل (اتاق‌های موتور صنایع) و ۱۵۰ دسی بل

(عرشه یا خط پرواز) متغیر باشد. بسیاری از ترازهای صدای اندازه‌گیری شده، فراتر از صداهای با ساختار و منبع صنعتی است. نیروهای نظامی عموماً در نزدیکی منبع صدا برای مدت‌های طولانی قرار دارند که می‌تواند تا ۲۴ ساعت در روز و ۷ روز هفته را در بر بگیرد. اولویت‌های نیروهای نظامی مثل حضور در ماموریت و تشخیص سیگنال و یا صداهای اطراف، استفاده از تجهیزات حفاظت شنوایی را محدود کرده است. در اینجا با تناقض شنیدن و یا حفاظت از شنوایی مواجه هستیم. مواجهه با صدا ممکن است حاد، مزمن و یا ترکیبی از هر دو باشد، در نتیجه آسیب‌های شنیداری به صورت لحظه‌ای و یا پیشرونده خودنمایی می‌کنند. با توجه به همین پیچیدگی‌ها، ارزیابی و پیشگیری از این گونه آسیب‌ها در بین نیروهای نظامی با سختی‌ها و چالش‌هایی مواجه شده است (۱۶).

اسلحه سازمانی نیروهای مسلح ایران شامل کلاشینکف AK-47 و ژ ۳ می‌باشد که در دوره‌های تمرینی، آموزشی و رزمایش‌ها استفاده می‌شوند. در مطالعه‌ای توسط پورتنقی و همکاران در سال ۲۰۱۴ تراز فشار صدا در شبکه A و تراز فشار پیک در شبکه C با شلیک یک اسلحه کلاشینکف AK-47 در فاصله یک متری به ترتیب ۱۰۲ دسی بل A و ۱۳۰/۳ دسی بل C اندازه‌گیری شدند. این اندازه‌گیری با حفظ شرایط و شلیک از ۲۰ اسلحه مشابه به ترتیب ۱۱۰/۴ دسی بل A و ۱۴۲/۸ دسی بل C به دست آمدند. تراز فشار صدا در شبکه A و تراز فشار پیک در شبکه C در فاصله ۳۰ متری از محل شلیک (فضای باز) برای شلیک از یک کلاشینکف به ترتیب ۷۱ دسی بل A و ۱۰۶/۲ دسی بل C و برای شلیک از ۲۰ کلاشینکف به ترتیب ۹۶/۶ دسی بل A و ۱۲۷/۹ دسی بل C ثبت شد (۱۷). در پژوهش دیگری که توسط Mc Bride که در سال ۲۰۱۸ انجام شد، تراز فشار صدای پیک اسلحه ژ ۳، ۱۶۱ دسی بل اندازه‌گیری شد (۱۸).

تمام پرسنل نظامی در معرض صداهای بلند قرار خواهند گرفت. در واقع این نوع صدا، بلندترین صدایی است که در تمام مشاغل ممکن است ملاحظه شود. تقریباً تمام اسلحه‌های نظامی صدایی بیشتر از ۱۴۰ دسی بل (تراز فشار صوت) که حد مجاز و استاندارد مواجهه با صدای ضربه‌ای می‌باشد، در ناحیه شنیداری فرد تولید می‌کنند. برخی از سلاح‌ها، صداهای ضربه‌ای تا حدود (و بیشتر از) ۱۸۰ دسی بل تولید می‌کنند. نیروهای نظامی همچنین هنگام تمرین و مانور، در معرض صداهای با شدت بالا هستند و حتی در این بازه زمانی، پتانسیل آسیب به سیستم شنوایی وجود دارد (۱۵).

افراد نظامی که در نیروهای مسلح خدمت می‌کنند در نتیجه مواجهه با صدای متنوع و با شدت بالا، ممکن است دو عارضه افت شنوایی (در صداهای با فرکانس بالا) و وزوز و زنگ‌زدن گوش را بروز دهند. این عوارض بر اساس فاکتورهای مختلف ممکن است موقت و یا دائمی باشند (۴).

تیر هنگام استفاده از اسلحه گلاک (۲۲ و ۲۷) و کلت در بازه ۱۵۷ تا ۱۶۸ دسی بل (غیر وزنی) و تراز معادل صدا (Leq) ۱۲۲ دسی بل (A) قرار داشت (۲۳). در پژوهشی دیگر تراز صدای حداکثر (Lpeak) میدان تیر در قسمت تیراندازی، اتاق کنترل، اتاق آموزش، اتاق نظافت و واحد اداری به ترتیب ۱۵۱، ۱۳۶، ۱۱۵ و ۱۰۸ دسی بل اندازه‌گیری شد (۲۴). در مطالعه‌ای در کانادا که توسط Nakashima و Hu طرح‌ریزی شد که در آن اقدام به اندازه‌گیری میزان مواجهه تیرانداز و پرسنل میدان تیر در هنگام تیر اندازی با اسلحه C7 محصول کانادا و کلت ۹ میلی‌متری کردند. به ترتیب، پنج شلیک از فاصله ۱۰۰ متری و ده شلیک از فاصله ۱۵ متری هدف انجام شد. اندازه‌گیری صدا در فاصله ۳۰ سانتی‌متری گوش تیرانداز و چند متری وی، محل استقرار افسر میدان صورت پذیرفت. نتایج اندازه‌گیری صدا در جدول ۱ خلاصه شده است (۲۵).

محققین سازمان ملی ایمنی و بهداشت (NIOSH) اقدام به طرح ریزی ارزیابی صدا در میدان‌های تیر باز و بسته مورد استفاده نیروهای امنیتی ملی و محلی (پلیس) کردند. نتایج حاصل از این اندازه‌گیری‌ها در میدان‌های تیر مختلف حاکی از تراز فشار پیک در بازه ۱۵۵ تا ۱۶۸ دسی بل بود. جدول ۲ با مشخص کردن نوع و کالیبر، تراز فشار پیک هر اسلحه را نشان می‌دهد (۲۶).

شدت صدا و مواجهه با صدای ناشی از تیراندازی

در نیروهای پلیس

افسران پلیس بالقوه با چندین منبع صدا مثل بوق خودروها، شلیک اسلحه، پارس سگ‌های پلیس و ترافیک در مواجهه هستند (۱۹). در یک روز کاری، یک افسر پلیس ممکن است مواجهه با صدایی بیش از ۱۷۷ دسی بل داشته باشد (۲۰). در مطالعه‌ای اسلحه سازمانی افسران پلیس برای اندازه‌گیری میزان صدا به کار گرفته شد که تراز صدای آن‌ها در بازه ۱۶۰/۸ الی ۱۶۷/۹ دسی بل به دست آمد (۲۱). این میزان از صدا به عنوان ترازهای آسیب‌زای فوری و لحظه‌ای شناخته می‌شوند.

تمرین تیراندازی تقریباً در بین تمامی پرسنل پلیس امری الزامی و طبیعی بوده که میزان دفعات آن با توجه به نیاز و صلاح دید صاحب نظران می‌تواند هفتگی، ماهانه و حتی سالانه باشد. در میدان تیر نیروهای پلیس برزیل، اندازه‌گیری تراز حداکثر صوت انجام گرفت که برای هفت تیر با کالیبر ۰/۴ معادل ۱۱۸ و هفت تیر با کالیبر ۰/۳۸ معادل ۱۲۴ دسی بل در شبکه A بود (۲۲).

شدت صدا و مواجهه با صدای ناشی از تیراندازی

در تیراندازان و پرسنل میدان تیر

تراز صدای حداکثر (Lpeak) اندازه‌گیری شده در یک میدان

جدول-۱. نتایج اندازه‌گیری تراز پیک و تراز معادل صدا در اسلحه C7 کانادایی و کلت ۲۲ میلی‌متری

تیرانداز	افسر میدان تیر		نوع سلاح / فرد مواجهه	
	Leq	Lpeak (dB SPL)	Leq	Lpeak (dB SPL)
۱۱۲/۹	۱۵۴/۷	۱۰۴/۲	۱۴۸/۳	اسلحه C7 کانادایی
۱۱۱/۵	۱۵۵/۶	۱۰۱	۱۴۸/۴	کلت ۲۲ میلیمتری

جدول-۲. خلاصه نتایج اندازه‌گیری تراز فشار پیک اسلحه‌های دستی (کوچک) در پژوهش جامع سازمان ملی ایمنی و بهداشت (NIOSH)

کالیبر اسلحه	نوع اسلحه	Lpeak (dB SPL)
۰/۴۵	کلت ۱۹۹۱ A	۱۵۹
۰/۴	پار اوردینانس (Par Ordinance P10)	۱۶۳
	گلاک ۲۲	۱۶۰
	گلاک ۲۷	۱۶۲
۱۲ Ga	رمینگتون ۱۱۸۷	۱۶۱
	رمینگتون ۸۷۰	۱۶۰
۹ میلیمتر	سگ ساور P ۲۲۸	۱۶۲
	کلت جیبی ۹	۱۶۳
	اسمیت و وسان ۵۶۸	۱۷۰
۰/۳۵۷	اسمیت و وسان ۶۶۸	۱۶۹

استخوان مالونوس می‌شوند. این عوارض در اثر مواجهه با صداهای بسیار شدید (تا حدود ۱۸۰ دسی بل) بروز پیدا می‌کنند. در مطالعه‌ای Mohamad و همکاران در سال ۲۰۱۴، تغییرات بین قبل و بعد از مواجهه با صدای ناشی از شلیک سلاح در گوش را بررسی کردند. در بازه ۴۸ ساعتی بعد از مواجهه در هیچ کدام از ۷۸ نفر که به عنوان نمونه در مطالعه شرکت داشتند سوراخ شدگی پرده صماخ

تأثیرات مواجهه با صدا بر شنوایی نیروها و پرسنل

نظامی

آسیب شنوایی می‌تواند در اثر مواجهه با صداهای بسیار شدید که عموماً تراز فشار صدا بالاتری از ۱۵۰ دسی بل A دارند رخ دهد. در انسان آسیب‌های ناشی از صدا به اندام گوش در بخش گوش میانی شامل خونریزی، سوراخ شدن پرده صماخ و شکستگی

می‌باشند (۳۰). اگرچه جنسیت به عنوان ریسک فاکتور اصلی طبقه‌بندی نمی‌شود اما مردان نسبت به زنان، رفتارها و فعالیت‌های بیشتری با ریسک مواجهه با صدای بیش از حد مجاز دارند (۳۱). از مهمترین فاکتورهای موثر بر بروز افت شنوایی مواجهه با فلزات می‌باشد. در عمل تیراندازی، ذرات ریز سرب، که برای انسان سمی است، آزاد شده و در نبود سیستم تهویه مناسب (در میدان تیر بسته) توسط دستگاه تنفسی به بدن ورود می‌کند. یکی از اثرات منفی سرب، پتانسیل آن در مسموم کردن خون است که تهدیدی برای بدن انسان می‌باشد (۳۲). سرب هیچگونه عملکرد بیولوژیکی مفیدی در بدن انسان نداشته و مواجهه با سرب می‌تواند باعث بروز اثرات نامطلوب مزمن و یا حاد در چندین عضو شود (۳۳). با بررسی خون کارکنان میدان‌های تیر، وجود مقادیر بالای سرب اثبات شد که باعث بروز اختلال در سنتز هم، اثرات نامطلوب بر سیستم اعصاب محیطی و مرکزی و دستگاه گوارش می‌شود (۳۴). در تعدادی از مطالعات اثبات شده است که مواجهه با سرب و وجود مقادیر زیاد و متوسط آن در خون با بروز اثرات بر شنوایی افراد و افت آن مرتبط است (۳۵).

قاضی زاده و همکاران در سال ۲۰۱۲ به بررسی ارتباط رنگ مو و افت شنوایی در بین نیروهای مسلح ایران پرداختند. در این پژوهش ۵۷ نفر شامل ۲۰ مورد با رنگ موی روشن و ۳۷ مورد با رنگ موی تیره با میانگین سنی ۲۵/۵ و انحراف معیار ۱/۸ سال به عنوان نمونه وارد مطالعه شدند. نمونه‌ها با صدای ناشی از شلیک سلاح‌های کلاشینکف و دوشکا ژ ۳ مواجهه داشتند. نتایج نشان داد که افت شنوایی نمونه‌ها با رنگ موی روشن $(17 \pm 20/5)$ دسی بل (A) به صورت معناداری بیشتر از افت شنوایی نمونه‌ها با رنگ مو تیره $(11 \pm 13/5)$ دسی بل (A) بود (۳۶).

وزوز گوش

مطالعات زیادی در این مورد در قالب نظامی صورت نگرفته، اما پژوهشی در ۲۰۴ نیروی زمینی ارتش سوئد انجام شد که نشان می‌داد ۱۷ درصد این جمعیت از وزوز گوش رنج می‌بردند. شیوع وزوز گوش در افرادی که در مواجهه با صدای ادوات جنگی سنگین بوده‌اند ۲۶ درصد به دست آمد (۳۷). به طور کلی و با توجه به مطالعات چندین محقق، تقریباً ۸۰ درصد از افراد شناسایی شده با افت شنوایی ناشی از صدا، از وزوز گوش نیز رنج می‌برند (۳۸).

بحث

همانطور که مشاهده شد در مطالعات مختلف و با بررسی اسلحه‌های گوناگون با کالیبرهای متفاوت، میزان تراز فشار پیک بالاتر از حد مجاز ۱۴۰ دسی بل اندازه‌گیری شده است. در این شرایط بروز عارضه‌های شنیداری دور از تصور نبوده و نیست و با بررسی مقالات این موضوع مشهود است. تعداد زیادی از پرسنلی که با صدا در شرایط نظامی مواجهه داشتند از افت شنوایی و وزوز

گزارش نشد. این نتیجه‌گیری با نتایج مطالعه قبلی که هیچ یک از نمونه‌ها ضایعه سوراخ شدگی پرده صماخ را نشان ندادند هم جهت بود (۲۷). با توجه به بررسی متون مرتبط که مواجهه پرسنل با صدای ضربه‌ای ناشی از شلیک اسلحه‌های مختلف در گروه‌های متفاوت را مورد پژوهش قرار داده‌اند، به بررسی دو عارضه منتج از این نوع مواجهه یعنی افت شنوایی ناشی از صدا و وزوز گوش می‌پردازیم.

افت شنوایی ناشی از صدا

در پژوهشی در فرانسه از میان ۱۶۹۲ افسر پلیس، مشخص شد که نیروهای پلیس تقریباً دو برابر کارمندان معمولی دولت در معرض بروز افت شنوایی قرار دارند (۲۸). در مطالعه دیگری که در میان نیروهای پلیس کشور بروئی انجام شد، ۵۴۳ افسر پلیس مورد پژوهش قرار گرفتند و تنها ۶۴/۴ درصد آن‌ها از تجهیزات حفاظت شنوایی استفاده می‌کردند. ۷۴/۸ درصد موارد از افت شنوایی ناشی از صدا رنج می‌بردند و به طور خلاصه، شیوع افت شنوایی خفیف، ملایم و شدید به ترتیب ۹۳، ۳/۵ و ۳/۵ درصد به دست آمد. شیوع بین مردان حدود ۳۷/۷ درصد و در میان بانوان ۲۳/۹ درصد بود. این مطالعه ارتباط قوی بین افت شنوایی ناشی از صدا با مدت زمان خدمت، سن، رتبه نظامی، فشار خون و دیابت را نشان داد (۲۹). نتایج مطالعه مقطعی انجام شده توسط Gordon و همکاران در سال ۲۰۱۷ روی پرسنل نظامی بازنشسته، نشان داد که میانگین محدوده شنوایی ۹۵ درصد نمونه‌ها در بازه طبیعی شنیداری و درک کلمات در هر دو گوش چپ و راست بودند. اما با این حال ۲۹ درصد از نمونه‌ها دارای افت شنوایی در بازه فرکانسی کم و زیاد و ۴۲ درصد افت شنوایی در بازه فرکانسی خیلی زیاد (EHF) داشتند (۶). افت شنوایی گوش‌ها در اثر شلیک با اسلحه عموماً نامتقارن است و طبق مطالعه‌ای اثبات شد که در گوش چپ تیرانداز راست دست افت بیشتری مشاهده می‌شود. دلیل این موضوع می‌تواند اثر سایه سر، که باعث مواجهه با ترازهای کمی بالاتر در قسمت مخالف سر (گوش چپ) و همچنین عدم حفاظت از گوش چپ برای برقراری ارتباط باشد (۱۱).

در مطالعه‌ای توسط ساعدی و همکاران در سال ۲۰۱۳ آسیب‌های شنوایی استفاده از کلاشینکف AK-47 با حضور ۴۰ نمونه مرد بین ۱۸ تا ۲۲ سال و بدون تجربه مواجهه قبلی با صدای شلیک گلوله بررسی شد. تراز فشار صدا شلیک گلوله از AK-47 در بازه فرکانسی ۲۵۰ تا ۸۰۰۰ هرتز (با بیشترین تراز فشار صدا در ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ هرتز) بین ۷۳/۷ و ۱۱۱/۴ دسی بل A اندازه‌گیری شد. بعد از مواجهه ۲۱ نمونه وزوز گوش، ۱۳ نمونه سرگیجه، ۲۶ نمونه ناراحتی شنیداری و ۲۶ نمونه صدای زیر و یا زمینه‌ای را حس می‌کردند (۱۰). فاکتورهای دیگری نیز در تشدید بروز افت شنوایی و عارضه وزوز گوش دخیل هستند که شامل استعمال دخانیات، دیابت، فعالیت فیزیکی کم به همراه فاکتورهای غیر قابل تغییر و زمینه‌ای، همانند سن و افزایش آن، ژنتیک و تاثیرات نسل و قومیت

گوش رنج می‌بردند.

مختلف، کاهش صدا در ناحیه گوش تیراندازها در بازه ۱۷ الی ۲۶ دسی بل (تراز فشار پیک) قرار داشت. همچنین تراز مواجهه معادل ۸ ساعته در شبکه A با توجه به نوع اسلحه و گلوله، بین ۲۱ تا ۲۶ دسی بل کاهش داشت. البته میزان تأثیر مهارکننده‌های صدا به نوع اسلحه و مقدار مهمات بستگی دارد. هرچند این میزان کاهش صدا امیدوارکننده می‌باشد اما توجه به این نکته ضروری است که در حال حاضر هیچ روش کنترل صدایی وجود ندارد که نیاز به استفاده از تجهیزات حفاظت شنوایی را در زمان شلیک اسلحه از بین ببرد (۴۱، ۴۰، ۲۶). به طور کلی کنترل صدا در محیط‌های مسقف (مثل میدان‌های تیر بسته) با توجه به شدت بالای صدای ناشی از شلیک و اثر انعکاس صدا پس از برخورد امواج به سطوح (دیوار و سقف) نسبت به میدان‌های تیر باز دشوار تر است.

صدا خفه کن‌ها نقش مهمی در کاهش مواجهه تیرانداز، ناظران و دیگر تیراندازان دارند همچنین نقش مهمی در کاهش صدا در ناحیه کناری و پشتی فرد دارند در حالی که صدا در مقابل تیرانداز به دلیل صدای حرکت گلوله به سمت هدف کاهش پیدا نمی‌کند. همچنین Pääkkönen در مطالعه خود کاربرد مانع صدا، پناهگاه تیراندازی و استفاده از جاذب‌های صدا در پناهگاه را جهت کاهش انتشار صدا بررسی کرده بود که نتایج آن در جدول ۳ قابل مشاهده است (۴۲). لازم به ذکر است که وجود جاذب در پناهگاه تیراندازی به کاهش مواجهه تیرانداز با صدا کمک شایانی می‌کند، که داده‌ای نسبت به این میزان کاهش ارائه نشده است.

به دلیل اینکه تمرین‌ها و فعالیت‌های نظامی عموماً در محیطی با صداهای بلند شکل می‌گیرد، وجود آسیب در درک حس شنیداری از طریق افت شنوایی ناشی از مواجهه با صدا می‌تواند به شدت عملکرد پرسنل را تحت تأثیر قرار دهد (۳۹، ۳۸). محیط‌های با صدای بلند و زیاد به طور شدیدی امکان ارتباط را کاهش می‌دهد و تبعات منفی عمده‌ای بر عملکرد دارند. افت شنوایی ناشی از صدا و عارضه وزوز گوش در پرسنل ممکن است باعث ایجاد ریسک‌های تاکتیکی برای زنده ماندن فرد و تأثیر بر کیفیت مبارزه واحد نظامی شود. افت شنوایی در فرکانس‌های بالا می‌تواند به طور خاص برای درک صحبت و شناسایی صداها، بخصوص اسلحه‌های مختلف و خودروهای نظامی مشکل ایجاد کند (۳۸).

برخی از این تمرین‌های نظامی، هدف‌گیری و تیراندازی در میدان‌های تیر باز و بسته انجام می‌شود. اقدامات موثر کنترل صدا برای کاهش بروز افت شنوایی ناشی از صدا در بین کاربران میدان تیر، پرسنل و افسران میدان تیر امری ضروری است. لازم به ذکر است که کنترل صدای ضربه‌ای و با شدت بالا ممکن است به کاهش تراز کلی صدا در داخل و اطراف میدان تیر کمک کند ولی تأثیرات کم و جزئی بر کاهش مواجهه صدا برای خود تیرانداز دارد. مهارکننده‌های صدا، روش‌های کنترل مهندسی هستند که برای کاهش میزان صدای ناشی از شلیک اسلحه به کار می‌روند. در مطالعه‌ای جهت بررسی تأثیر مهارکننده‌های صدا روی اسلحه‌های

جدول-۳. میزان کاهش صدا ناشی از تیراندازی با اسلحه‌های مختلف با استفاده از موانع صدا و پناهگاه تیراندازی در میدان تیر

اقدامات کاهش انتشار صدا	میزان کاهش صدا در فاصله ۲۰ متری از کنار تیرانداز (dB)	میزان کاهش صدا در فاصله ۲۰ متری از پشت تیرانداز (dB)	میزان کاهش در فاصله ۱۰۰۰ متری (dB)
پناهگاه تیراندازی	۸-۳	۱۵-۵	۴-۰
جاذب در پناهگاه تیراندازی	۳-۰	۲-۰	۱-۰
مانع صدا	۱۰-۵	۱۰-۵	۷-۰

رزونانس ثابت استفاده می‌شود اما پیشرفت در پردازش سیگنال، ابزارهای مدلسازی جدید و اجزای الکترونیکی و صوتی، کنترل صدا را برای صداهای ضربه‌ای ممکن ساخته است. Kuisma و همکاران با طراحی و پیشنهاد سیستم کنترل صدای فعال، موفق شدند تا ۶ دسی بل تراز صدای حداکثر (پیک) را در میدان تیر کاهش دهند (۴۴).

ایرپلاگ و ایرماف‌ها تجهیزات حفاظت شنوایی مورد استفاده تیراندازان هستند. اما Parker در پژوهشی اظهار کرد که حتی اگر به درستی از هر دوی این لوازم برای جلوگیری از مواجهه با صدا استفاده شود، در طول زمان کاهش شنوایی رخ می‌دهد. محدودیت‌های کاربردی این تجهیزات بی‌شمارند؛ چفت‌شدگی ضعیف با گوش، حرکت به دلیل تحرک و یا تعریق تیرانداز، استفاده غیر صحیح، درد، گرما و عدم امکان برقراری ارتباط مفید با هم‌زمان از جمله این محدودیت‌ها هستند. اما مهارکننده‌های صدا به دلیل کاهش صدا

کنترل صدا با دو روش فعال و غیرفعال انجام می‌شود. کنترل با روش غیرفعال بر اساس استفاده از مواد بازدارنده صدا در مقابل منبع صدا به صورت مستقیم بناگذاری شده است. کنترل صدا به روش فعال با خنثی‌سازی صدا به وسیله شناسایی موج‌های صدا خارجی توسط میکروفون (در محیط و یا گوشی محافظ) و تولید موج معکوس با کمک یک مدار الکترونیکی پایه‌گذاری شده است (۴۳). فرآیند کنترل فعال صدا (ANC) با ارسال موج صدایی که قرینه موج صدای تولیدی (دریافت شده توسط میکروفون) توسط منبع صدا می‌باشد شروع می‌شود. این موج ارسالی باعث ایجاد اختلال مخرب و کاهش تراز فشار صدا شده اما کارایی این روش کنترلی برای کاهش میزان فشار صدا با چالش‌ها و محدودیت‌های الکترونیکی مواجه است. تراز فشار صدای تولیدی حین شلیک اسلحه‌ها بسیار بالاتر از ۱ کیلو هرتز (که در توان این سیستم نمی‌باشد) است (۴۲). در حالت عمومی این روش برای موج‌های با

(شناخت دوست از دشمن و تحرکات نزدیک) بسیار حیاتی می‌باشد. اشاره به این موضوع که مدارک، مستندات و پرونده پزشکی و شنیداری پرسنل نظامی باید تشکیل و تا زمان ترخیص از سازمان حفظ و بروز رسانی شود لازم و ضروری است. این کار برای تشخیص تاثیر مواجهه در بروز افت شنوایی و یا وزوز گوش ناشی از فعالیت‌های نظامی و یا سبک زندگی شخصی فرد، اهمیت بسیار زیادی دارد. به خصوص پرسنلی که با توجه به ماهیت وظیفه‌شان با صداهای ضربه‌ای مواجهه دارند. این افراد معمولاً باید در تمرین‌های تیراندازی در میدان‌های تیر باز و بسته و با اسلحه‌های مختلف با کالیبرهای متفاوت به طور مکرر شرکت کنند. در حال حاضر روش، وسیله و یا فرآیندی جهت تشخیص اینکه این عوارض شنیداری با توجه به مواجهه با چه صدایی بروز پیدا کرده اند در اختیار نیست. تنها روشی که می‌توان به تشخیص دقیق و درست در مورد بروز افت شنوایی ناشی از مواجهه با صدا و یا وزوز گوش دست یافت، ثبت وضعیت شنوایی پرسنل در زمان ورود به ساختار نیروهای مسلح نظامی و پایش دوره‌ای و سالیانه پرسنل با اولویت برای افرادی که در معرض ریسک بیشتر هستند می‌باشد (۴). همچنین Pfannenstiel در مطالعه‌ای اظهار داشت که عدم استخدام افرادی که دارای افت شنوایی جزئی یا متوسط هستند می‌تواند هم برای خودشان و هم برای سازمان بکارگیرنده مفید باشد. صرفه جویی در هزینه‌ها تنها مزیت این غربالگری نبوده و سلامت افراد نیز با توجه به شرایط ایشان حفظ خواهد شد (۷) که این موضوع منوط به وجود فرآیندهای بررسی پیش از استخدام و بکارگیری پرسنل می‌باشد.

بررسی افت شنوایی ناشی از صدا عموماً با تمرکز بر فرکانس ۴ KHz انجام می‌شود. اخیراً در مطالعه‌ای به ارزیابی کفایت روش‌های بررسی افت شنوایی پرداخته شده است. نتایج حاصل از مطالعه مور در سال ۲۰۲۰، این فرضیه را اثبات کرد که بررسی افت شنوایی ناشی از صدا در پرسنل نظامی باید با افت شنوایی در دیگر ساختارها (برای مثال صنایع) متفاوت باشد. Moore اعلام کرد که افت شنوایی ناشی از صدا در پرسنل نظامی با تمرکز بر فرکانس ۶ KHz یافته‌های دقیق‌تر و قابل اعتمادتری در زمینه تاثیرات مواجهه با صداهای حاصل از ادوات جنگی، اسلحه و دیگر منابع تولید صدای با شدت بالا به دست می‌دهد (۵۳). بحث و نتیجه‌گیری در مورد این ادعا نیاز به پژوهش‌های بیشتر در ساختارهای گسترده نیروهای مسلح دارد.

بر اساس بررسی مقالات و مطالعات، فاکتورهای شخصی (افزایش سن و مصرف سیگار)، عوامل فیزیکی (گرما و ارتعاش) و عوامل شیمیایی (ترکیبات شیمیایی، حلال‌ها و فلزات) از فاکتورهایی هستند که می‌توانند تاثیرات مواجهه با صدا در سیستم شنوایی را تشدید کنند. همانطور که دیدیم رنگدانه‌های افراد در بروز عوارض ناشی از مواجهه با صدا و افت شنوایی ناشی از آن موثر خواهند بود. سرب از جمله مواد شیمیایی می‌باشد که در حین

در منبع مولد آن، کارایی بیشتری در کنترل مواجهه با صدا دارند. وی با اندازه‌گیری صدای کلت‌های ۹ میلی‌متری و نیمه‌اتوماتیک ACP ۴۵ و اسلحه‌های نیمه‌اتوماتیک ۵/۵۶ میلی‌متری و کالیبر ۲۲۳ با و بدون مهارکننده صدا نتایج امیدبخشی به دست آورد. ۲۶ الی ۴۱ دسی بل کاهش صدا که تراز صدای پیک را به زیر ۱۴۰ دسی بل کاهش می‌دهد (۴۵).

گونه جدیدی از گوشی‌های حفاظتی، ایرماف و ایر پلاگ با قابلیت حذف فعال صدا (Active noise cancelation) برای کاربردهای مختلف به تازگی معرفی شده‌اند. تعداد مطالعات انجام شده این تجهیزات در بین نیروهای نظامی بسیار محدود بوده اما پژوهش‌هایی برای استفاده از این وسیله حفاظتی [برای مثال در قالب تشخیص مکالمه در محیط‌های عمومی (۴۶)] انجام شده است. این تجهیزات کمک شایانی به شنیدن صداهای محیطی می‌کنند و این امکان را به کاربر می‌دهند که به تنظیم میزان درک صدای محیطی بپردازد که به هدف آگاهی و هشدار بهتر از محیط پیرامون انجام می‌شود. وسایل حفاظت شنوایی با قابلیت کنترل فعال صدا در صداهای با فرکانس پایین (کمتر از ۱۰۰۰ هرتز) می‌توانند سیگنال صدا را حذف نمایند. اگرچه به طور کلی کنترل فعال صدا برای صداهای ضربه‌ای شدیدتر از ۱۵۰ دسی بل کارایی ندارد (۴۷). تجهیزات حفاظت فردی با اساس کارکرد غیر فعال کارایی بهتری در فرکانس‌های میانی و بالاتر نسبت به فرکانس‌های پایینی دارند. تفاوت بین تجهیزات با قابلیت کنترل فعال صدا و گوشی‌های بدون این قابلیت در کنترل صدای منتشر شده در فرکانس‌های پایینی است (۴۶).

مطالعات متعددی در مورد ارتباط افزایشی (Additive) تاثیر سن بر بروز افت شنوایی انجام شده است. Somma و همکاران شنوایی ۱۸۴ مرد را با مواجهه روزانه بیشتر از ۸۵ دسی بل و گروه کنترل ۹۸ نفری بررسی کردند و متوجه شدند که در گروه جوان (۲۱ تا ۳۰ سال) افت شنوایی ۵ دسی بلی و در گروه میانسالان (۵۱ تا ۶۰ سال) افت شنوایی ۲۰ دسی بلی وجود دارد (۴۸). در مطالعه آینده‌نگری که روی افراد نظامی با تعداد ۸۰۴۵۳۵ نمونه انجام شد، مردان نسبت به زنان در یک بازه زمانی و میزان مواجهه یکسان، افت شنوایی بیشتری داشتند (۴۹). پژوهش‌های مختلفی تاثیر تشدید پذیری مصرف سیگار، گرما و به خصوص ارتعاش بر افت شنوایی را بررسی و اثبات کرده‌اند. مواجهه همزمان با حلال‌ها، فلزات سنگین همچون سرب که در تولید فشنگ استفاده می‌شود و حین شلیک، تیراندازان در معرض مواجهه با آن قرار دارند از عوامل تشدیدکننده افت شنوایی ناشی از صدا هستند (۵۰). ارتباط معناداری بین مواجهه با صدای شغلی و وجود مقادیر سرب در خون که باعث بروز عوارض شنیداری می‌شوند وجود دارد (۵۱، ۵۲).

درک شنیداری از محیط اطراف برای بسیاری از مشاغل از اهمیت زیادی برخوردار است. میزان اهمیت، حساسیت و دقت این حس در بین نظامیان برای پیشبرد اهداف و تشخیص صداها

محدودیت‌های موجود قابلیت اجرای کامل آن مهیا نشود. با این وجود، توصیه اول نسبت به کاهش صدا در منبع مواد آن (سلاح مورد استفاده) با مهارکننده صدا و در اولویت بعدی بکار بردن تجهیزات حفاظت فردی برای تیرانداز است. در مرحله بعدی برای کاهش صدا در محیط اطراف تیراندازی مثل میدان تیر باز و یا بسته، استفاده از موانع صوتی و پناهگاه شلیک به اهداف که به جاذب‌های صدا مجهز شده‌اند توصیه می‌شود. مطالعات بیشتری در زمینه گوشی‌های حفاظتی با قابلیت کنترل فعال صداهای ضربه‌ای با شدت بالا در حوزه فعالیت‌های نظامی باید انجام شود.

تیراندازی در محیط اطراف منتشر می‌شود و تأثیر مستقیمی در بروز افت شنوایی ناشی از صدا دارد. اهمیت این موضوع در میدان‌های تیر بسته که دارای سیستم تهویه استاندارد و مناسبی نیستند در مقایسه با میدان‌های تیر باز و وجود گردش طبیعی جریان هوا، بیشتر می‌باشد. با بررسی نتایج حاصل از مطالعه‌های متعدد و تأثیرات فاکتورهای فردی و محیطی بر میزان آسیب و افت شنوایی، اهمیت بروز رسانی برنامه حفاظت از شنوایی پرسنل نیروهای مسلح بیش از پیش نمایان می‌شود.

نتیجه‌گیری

اقدامات کنترل مواجهه با صدا با روش‌های کنترل مدیریتی و مهندسی برای پیشگیری از بروز عوارض شنیداری ناشی از شلیک گلوله همانند افت شنوایی و وزوز گوش در عملیات‌های نظامی نیروهای مسلح و بخصوص تمرین تیراندازی در میدان‌های تیر لازم الاجراست. فعالیت‌های کنترلی در میدان‌های تیر باز و بسته از تفاوت‌هایی برخوردار است اما تمام این اقدامات الزام استفاده از تجهیزات حفاظت شنوایی را در هنگام تیراندازی از بین نمی‌برد. برنامه‌های کنترلی باید با توجه به نیاز و هدف طراحی شوند. این اقدامات باید با توجه به نیاز به هوشیار بودن و قابلیت شنیدن تمام صداها، برقراری ارتباط بین هم‌زم‌ها و تشخیص صدای خودی از دشمن طرح‌ریزی شود. استفاده از مهارکننده‌های صدا به همراه تجهیزات حفاظت فردی شنوایی به دلیل کنترل صدا در منبع مولد آن (اسلحه) و جلوگیری از شنیدن صدای ناشی از شلیک با استفاده هم‌زمان از ایرپلاگ و ایرماف می‌تواند تأثیر به‌سزایی در کاهش مواجهه داشته باشند. اما توجه به این نکته ضروری است که اجرای تمام این موارد ممکن است امکان‌پذیر نباشد و با توجه به

نکات بالینی کاربردی برای جوامع نظامی

- مواجهه با صدای ضربه‌ای ناشی از تیراندازی و افت شنوایی افراد نظامی و پرسنل در معرض.
- تشدید اثرات مواجهه با صدای ضربه‌ای روی شنوایی افراد بر اساس سبک زندگی، فاکتورهای زمینه‌ای و شخصی و مواجهه با عوامل زیان‌آور شیمیایی و فیزیکی دیگر.
- لزوم بهبود مستندسازی و پرونده سلامت پرسنل برای مواردی مثل عوارض شنوایی ناشی از مواجهه با تیراندازی شامل افت شنوایی و وزوز گوش.
- کنترل مهندسی و مدیریتی مواجهه با صدای ضربه‌ای برای کاهش هزینه‌های مستقیم و غیرمستقیم درمان پرسنل دارای عارضه‌های شنیداری و بهبود سطح کیفیت زندگی.

تضاد منافع: نویسندگان تصریح می‌کنند که هیچ‌گونه تضاد منافی در مطالعه حاضر وجود ندارد.

منابع

1. Themann CL, Masterson EA. Occupational noise exposure: A review of its effects, epidemiology, and impact with recommendations for reducing its burden. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 2019;146(5):3879-905. doi:10.1121/1.5134465
2. Monazzam MR, Nadri F, Khanjani N, Ghotbi Ravandi MR, Nadri H, Barsam T, Shamsi M, Akbari H. Tractor drivers and bystanders noise exposure in different engine speeds and gears. *Journal of Military Medicine*. 2012;14(2):149-54. [In Persian]
3. Heupa AB, Gonçalves CG, Coifman H. Effects of impact noise on the hearing of military personnel. *Brazilian journal of Otorhinolaryngology*. 2011;77: 747-53. doi:10.1590/S1808-86942011000600011
4. Gonzalez-Gonzalez S. Noise-induced hearing loss and tinnitus in military personnel. *Mathews Journal of Emergency Medicine*. 2017;2(2):027.
5. Knipper M, Zimmermann U, Müller M. Molecular aspects of tinnitus. *Hearing research*. 2010;266(1-2):60-9. doi:10.1016/j.heares.2009.07.013
6. Gordon JS, Griest SE, Thielman EJ, Carlson KF, Helt WJ, Lewis MS, et al. Audiologic characteristics in a sample of recently-separated military Veterans: The Noise Outcomes in Servicemembers Epidemiology Study (NOISE Study). *Hearing Research*. 2017;349:21-30. doi:10.1016/j.heares.2016.11.014
7. Pfannenstiel TJ. Noise-induced hearing loss: a military perspective. *Current Opinion in Otolaryngology & Head and Neck Surgery*. 2014;22(5):384-7. doi:10.1097/MOO.0000000000000083
8. Hutchison TL, Schulz TY, editors. *Hearing conservation manual*. CAOHC; 2014.
9. Mrena R, Savolainen S, Kuokkanen JT, Ylikoski J. Characteristics of tinnitus induced by acute acoustic trauma: a long-term follow-up. *Audiology and Neurotology*. 2002;7(2):122-30. doi:10.1159/000057660
10. Saedi B, Ghasemi M, Motiee M, Mojtahed M, Safavi A. Transient threshold shift after gunshot

- noise exposure. *B-ENT*. 2013;9(2):133-9.
11. Nakashima A, Farinaccio R. Review of weapon noise measurement and damage risk criteria: considerations for auditory protection and performance. *Military Medicine*. 2015;180(4):402-8. doi:10.7205/MILMED-D-14-00204
 12. Embleton TF. Technical assessment of upper limits on noise in the workplace. *Noise News International*. 1997;5(4):203-16. doi:10.3397/1.3703031
 13. Health UDo, Services H. Criteria for a recommended standard: Occupational noise exposure: Revised criteria (DHHS [NIOSH] Publication No. 98-126). Cincinnati, OH: Centers for Disease Control and Prevention. National Institute for Occupational Safety and Health. 1998.
 14. Safety O, Administration H. Code of Federal Regulations. 29 CFR 1910.95. US Government Printing Office, Office of the Federal Register, OSHA, Washington, DC. 1992.
 15. Jokel C, Yankaskas K, Robinette MB. Noise of military weapons, ground vehicles, planes and ships. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 2019;146(5):3832-8. doi:10.1121/1.5134069
 16. Yankaskas K, Hammill T, Packer M, Zuo J. Auditory injury-A military perspective. *Hearing Research*. 2017;349:1-3. doi:10.1016/j.heares.2017.04.010
 17. Pourtaghia G, Mokaramia H, Valipour F, Ghasemia M. Prevention of noise damages causes by shooting fire of Kalashnikov (AK-47) rifle by regulation of suitable distance. *Scientific Journal of Pure and Applied Sciences*. 2014;3(3):128-34. doi:10.14196/sjpas.v3i3.1256
 18. McBride DI, editor. Evidence updates on risk factors for occupational noise-induced hearing loss (ONHL) Update 2: Review of impact and impulse noise evidence; 2018.
 19. Win KN, Balalla NB, Lwin MZ, Lai A. Noise-induced hearing loss in the police force. *Safety and Health at Work*. 2015;6(2):134-8. doi:10.1016/j.shaw.2015.01.002
 20. Ott B. A Pilot Study of Law Enforcement Officer Perceptions of Noise Induced Hearing Loss. 2018.
 21. Tubbs RL, Murphy WJ. NIOSH Health Hazard Evaluation Report: HETA No. 2002-0131-2898, Fort Collins Police Services, Fort Collins, Colorado. 2003.
 22. Guida HL, Taxini CL, Gonçalves CG, Valenti VE. Evaluation of hearing protection used by police officers in the shooting range. *Brazilian Journal of Otorhinolaryngology*. 2014;80:515-21. doi:10.1016/j.bjorl.2014.08.003
 23. Kardous CA, Murphy WJ. Noise control solutions for indoor firing ranges. *Noise Control Engineering Journal*. 2010;58(4):345-56. doi:10.3397/1.3455050
 24. Murphy WJ, Kardos CA. Noise abatement for indoor firing ranges. *Noise Control Engineering Journal*. 2010;58(4):345-56.
 25. Nakashima A, Hu Y. Impulse noise exposure during personal weapons testing on an outdoor shooting range. *Canadian Acoustics*. 2007;35(3):192-3.
 26. arsan ME, Boeniger MF, Crouch KG, Esswein EJ, Kardous CA, Khan A, et al. Preventing occupational exposures to lead and noise at indoor firing ranges. 2009.
 27. Shiyuti MI, Mohamad I, Sidek D. Otoscopic Changes Before and After Shooting Amongst Military Army Personnel. *Malaysian Journal of Medicine and Health Sciences*. 2014;10(1):7-11.
 28. Lesage FX, Jovenin N, Deschamps F, Vincent S. Noise-induced hearing loss in French police officers. *Occupational Medicine*. 2009;59(7):483-6. doi:10.1093/occmed/kqp091
 29. Mona GG, Chimbari MJ, Hongoro C. A systematic review on occupational hazards, injuries and diseases among police officers worldwide: Policy implications for the South African Police Service. *Journal of Occupational Medicine and Toxicology*. 2019;14(1):2. doi:10.1186/s12995-018-0221-x
 30. Carlsson PI, Van Laer L, Borg E, Bondeson ML, Thys M, Fransen E, Van Camp G. The influence of genetic variation in oxidative stress genes on human noise susceptibility. *Hearing Research*. 2005;202(1-2):87-96. doi:10.1016/j.heares.2004.09.005
 31. Wang TC, Chang TY, Tyler R, Lin YJ, Liang WM, Shau YW, et al. Noise induced hearing loss and tinnitus—new research developments and remaining gaps in disease assessment, treatment, and prevention. *Brain Sciences*. 2020;10(10):732. doi:10.3390/brainsci10100732
 32. Zemitis J, Lusic J, Borodinecs A, Prozuments A. Report on Study Findings Regarding Pollution Levels in Indoor Shooting Ranges and Ventilation System Design to Limit Them. 4 th International Conference On Building Energy, Environment. 2018:121-6.
 33. Park WJ, Lee SH, Lee SH, Yoon HS, Moon JD. Occupational lead exposure from indoor firing ranges in Korea. *Journal of Korean Medical Science*. 2016;31(4):497-501. doi:10.3346/jkms.2016.31.4.497
 34. Wang J, Li H, Bezerra ML. Assessment of shooter's task-based exposure to airborne lead and acidic gas at indoor and outdoor ranges. *Journal of Chemical Health & Safety*. 2017;24(4):14-21. doi:10.1016/j.jchas.2016.11.003
 35. Hwang YH, Chiang HY, Yen-Jean MC, Wang JD. The association between low levels of lead in blood and occupational noise-induced hearing loss in steel workers. *Science of the Total Environment*. 2009;408(1):43-9. doi:10.1016/j.scitotenv.2009.09.016
 36. Ghazizadeh AH, Bakhshae M, Mahdavi E, Movahhed R. Hair color and hearing loss: a survey in a group of military men. *Iranian Journal of Otorhinolaryngology*. 2012;24(69):155-60.
 37. Christiansson BA, Wintzell KA. An audiological survey of officers at an infantry regiment. *Scandinavian Audiology*. 1993;22(3):147-52. doi:10.3109/01050399309047460

38. Yankaskas K. Prelude: noise-induced tinnitus and hearing loss in the military. *Hearing Research*. 2013;295:3-8. doi:10.1016/j.heares.2012.04.016
39. Nakashima A, Abel SM, Duncan M, Smith D. Hearing, communication and cognition in low-frequency noise from armoured vehicles. *Noise and Health*. 2007;9(35):35-41. doi:10.4103/1463-1741.36978
40. Murphy WJ, Flamme GA, Campbell AR, Zechmann EL, Tasko SM, Lankford JE, et al. The reduction of gunshot noise and auditory risk through the use of firearm suppressors and low-velocity ammunition. *International Journal of Audiology*. 2018;57(sup1):S28-41. doi:10.1080/14992027.2017.1407459
41. Murphy WJ, Campbell AR, Flamme GA, Tasko SM, Lankford JE, Meinke DK, et al. Developing a method to assess noise reduction of firearm suppressors for small-caliber weapons. In *Proceedings of Meetings on Acoustics*. 2018;33(1):2.0001132. doi:10.1121/2.0001132
42. Pääkkönen R. Environmental noise reduction means of weapons. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 2008;123(5):3822.
43. Cinar U, Ugurlu OF, Cebi S. *Design of Noise-Canceling Earmuffs with Quality Function Deployment. Customer Oriented Product Design*: Springer, Cham; 2020. p. 23-34.
44. Kuisma M, Pennanen J, Silventoinen P, Kuronen J, Kuronen T. The test setup for Active Noise Control at Shooting Range. *Euronoise*. 2006:1-6.
45. Branch MP. Comparison of muzzle suppression and ear-level hearing protection in firearm use. *Otolaryngology--Head and Neck Surgery*. 2011;144(6):950-3. doi:10.1177/0194599811398872
46. Niu F, Qiu X, Zhang D. Effects of active noise cancelling headphones on speech recognition. *Applied Acoustics*. 2020;165:107335. doi:10.1016/j.apacoust.2020.107335
47. Nakashima A. Comparison of different types of hearing protection devices for use during weapons firing. *Journal of Military, Veteran and Family Health*. 2015;1(2):43-51. doi:10.3138/jmvfh.3076
48. Somma G, Pietroiusti A, Magrini A, Coppeta L, Ancona C, Gardi S, et al. Extended high-frequency audiometry and noise induced hearing loss in cement workers. *American Journal of Industrial Medicine*. 2008;51(6):452-62. doi:10.1002/ajim.20580
49. Helfer TM. Noise-induced hearing injuries, active component, US Armed Forces, 2007-2010. *Msmr*. 2011;18(6):7-10.
50. Golmohammadi R, Darvishi E. The combined effects of occupational exposure to noise and other risk factors— a systematic review. *Noise & Health*. 2019;21(101):125-41. doi:10.4103/nah.NAH_4_18
51. Forst LS, Freels S, Persky V. Occupational lead exposure and hearing loss. *Journal of occupational and environmental medicine*. 1997:658-60.
52. Farahat TM, Abdel-Rasoul GM, El-Assy AR, Kandil SH, Kabil MK. Hearing thresholds of workers in a printing facility. *Environmental Research*. 1997;73(1-2):189-92. doi:10.1006/enrs.1997.3700
53. Moore BC. Diagnosis and quantification of military noise-induced hearing loss. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 2020;148(2):884-94. doi:10.1121/10.0001789