

Effects of Noise Exposure on Hearing in Industrial Workers: Comparing the Findings between Pure Tone Audiometry and Otoacoustic Emission

Morteza Hamidi Nahrani¹,
Atta Heidari²,
Maryam Emadi¹,
Ayub Valadbeigi¹

¹ Lecturer, Faculty of Rehabilitation Sciences, Hamedan University of Medical Sciences and Health Services, Hamedan, Iran

² PhD Student in Audiology, University of Social Welfare and Rehabilitation Sciences, Tehran, Iran

(Received December 14, 2013 ; Accepted July 7, 2014)

Abstract

Background and purpose: Stimulus-evoked otoacoustic emission (OAE) is generated by the outer hair cells (OHCs) and high levels of noise will highly damage these cells. Therefore, even a mild loss in OHCs could alter the generation of OAE. The aim of this study was to assess and compare the pure tone threshold, Distortion Product Otoacoustic Emission (DPOAE) amplitude in industrial workers experiencing non-permissible noises and administrative staff.

Material and methods: This descriptive cross-sectional study included 134 workers who were exposed to non-permissible noise and a control group consisting of 89 administrative staff. The threshold of pure tone and DPOAE amplitude were assessed and recorded.

Results: The mean of pure tone threshold was high in 1,2,3 and 4 KHz in workers compared to that of the administrative staff. There was a significant difference in the mean of pure tone threshold in 3 and 4 KHz ($P<0.01$). DPOAE amplitude for 4 frequency (1.4, 2.2, 2.9, and 4.4 KHz) was greater in control group, however, this difference was significant only in 4.4 KHz ($P<0.01$).

Conclusion: The decrease of OAE amplitude and increase in audiometric threshold in workers exposed to noise indicates damage to cochlea. DPOAE may closely match with audiometric results since there is frequency sensitivity in DPOAE amplitude due to noise-induced hearing loss.

Keywords: Noise-induced hearing loss, distortion product otoacoustic emission, pure tone audiometry

بررسی تأثیر مواجهه سر و صدا بر شنوایی کارکنان کارخانه سینک سازی: مقایسه یافته های ادیومتری تون خالص و گسیل های صوتی گوش

مرتضی حمیدی نهرانی^۱

عطاء حیدری^۲

مریم عمادی^۱

ایوب ولدییگی^۱

چکیده

سابقه و هدف: سلول های مویی خارجی مسئول تولید گسیل های صوتی گوش در پاسخ به تحریک آکوستیکی می باشند و این سلول ها اولین ساختاری هستند که توسط سر و صدا با شدت بالا آسیب می بینند. بنابراین حتی تغییرات خفیف در سلول های مویی خارجی ممکن است تولید گسیل های صوتی گوش را تغییر دهد. هدف از تحقیق حاضر، بررسی و مقایسه نتایج ادیومتری تون خالص و دامنه پاسخ های (DPOAE) Distortion Product Oto Acoustic Emission در کارگران در معرض سر و صدای غیرمجاز در مقایسه با کارمندان بخش اداری بود.

مواد و روش ها: این مطالعه توصیفی-تحلیلی به صورت مقطعی انجام گرفت. گروه های مورد مطالعه از ۸۹ کارمند بخش اداری و ۱۳۴ کارگر در معرض سر و صدای غیر مجاز، تشکیل شده بود. آستانه های ادیومتری تون خالص و DPOAE در همه افراد مورد ارزیابی قرار گرفت.

یافته ها: میانگین آستانه شنوایی در فرکانس های ۱، ۲، ۳ و ۴ کیلوهرتز برای گروه کارگران در معرض سر و صدا بدتر از گروه کارمندان بود و این تفاوت در فرکانس های ۳ و ۴ کیلوهرتز از نظر آماری معنی دار بود ($p < 0/01$). دامنه DPOAE در هر چهار فرکانس ۱/۴، ۲/۲، ۲/۹ و ۴/۴ کیلوهرتز در گروه کارمندان بزرگتر بود ولی فقط در فرکانس ۴/۴ کیلوهرتز از لحاظ آماری معنی دار شد ($p < 0/01$).

استنتاج: کاهش بارز دامنه گسیل های صوتی گوش و افزایش آستانه های ادیومتری در کارگران در معرض سر و صدا می تواند نشان دهنده آسیب به حلزون شنوایی این افراد باشد. همچنین با توجه به حساسیت بالای کاهش دامنه DPOAE در کم شنوایی ناشی از سر و صدا، نتایج DPOAE همخوانی خوبی با نتایج ادیومتری دارد.

واژه های کلیدی: آسیب شنوایی ناشی از سر و صدا (NIHL)، گسیل های صوتی محصول اعوجاج (DPOAE)، ادیومتری تون خالص

مقدمه

و در نتیجه بروز آسیب شنوایی ناشی از سر و صدا
Noise-Induced Hearing Loss (NIHL) شود (۲،۱).

مواجهه افراد با اصوات شدید می تواند منجر
به آسیب های شدید سلول های موئی گوش داخلی

E-mail: attahaidari@gmail.com

مؤلف مسئول: عطاء حیدری- تهران: دانشگاه علوم بهزیستی و توانبخشی

۱. مربی، دانشکده علوم توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی همدان، همدان، ایران

۲. دانشجوی دکتری شنوایی شناسی، دانشگاه علوم بهزیستی و توانبخشی، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۹/۲۳ تاریخ ارجاع جهت اصلاحات: ۱۳۹۲/۱۱/۲۳ تاریخ تصویب: ۱۳۹۳/۴/۱۶

بخش انبار و در معرض سر و صدای مجاز بودند و کارمندان بخش اداری به عنوان گروه شاهد یا کارمندان (۸۹ نفر) در نظر گرفته شدند.

آزمون‌ها شامل پرسشنامه، اتوسکوپی، تمپانومتري، ادیومتری تون خالص و DPOAE بود. همه آزمون‌ها در یک اتاق کاملاً آرام انجام شد. مواجهه قبلی افراد مورد بررسی با سر و صداهای قبلی، سایر معیارهای ورود و خروج و رضایت افراد جهت شرکت در مطالعه با استفاده از پرسشنامه برآورد گردید. کارمند و کارگر کارخانه بودن به عنوان معیار ورود به این مطالعه در نظر گرفته شد و پس از تکمیل پرسشنامه افراد مبتلا به نقص شنوایی مادرزادی، نقص شنوایی ناشی از موج انفجار و ضربه صوتی، دیابت، فشار خون و افرادی که سابقه عمل جراحی گوش داشتند، از مطالعه حذف شدند. سپس اتوسکوپی و تمپانومتري صورت گرفت. تمپانومتري با استفاده از تمپانومتر ZA₈₆ ساخت شرکت پژواک آوا ایران انجام شد. در صورت ثبت نتایج ناهنجار در تمپانومتري یا در معاینه اتوسکوپی، فرد برای درمان‌های پزشکی ارجاع داده می‌شد. براین اساس ۱۱ نفر از مطالعه خارج شدند. آزمون ادیومتری با استفاده از ادیومتر دو کاناله CA₈₁ ساخت شرکت پژواک آوا ایران در فرکانس‌های ۱، ۲، ۳ و ۴ کیلوهرتز انجام گرفت. معیار مورد استفاده برای افت شنوایی ۲۵ دسی بل و بالاتر در فرکانس‌های فوق‌الذکر در نظر گرفته شد. سپس آزمایش OAEs با استفاده از دستگاه Neuro-Audio Screen ساخت شرکت نوروسافت روسیه صورت گرفت. آزمون DPOAE شامل ارائه دو تون اولیه در فرکانس‌های f_1 و f_2 با نسبت f_2/f_1 در حدود ۱/۲ و سطوح شدتی برای L_1 ، ۶۵ دسی بل و برای L_2 ، ۵۵ دسی بل و ثبت پاسخ در منطقه $2f_1-f_2$ بود. دامنه گسیل‌های DPOAE در چهار فرکانس ۱/۴، ۲/۲، ۲/۹ و ۴/۴ کیلوهرتز ثبت شد. شرط قبول بودن پاسخ کسب شده در هر فرکانس، بالا بودن مقدار آن حداقل به میزان ۳ دسی بل نسبت به سطح سر و صدای زمینه بود (۱۰).

آسیب‌های شنوایی ناشی از سر و صدا شایع‌ترین آسیب شنوایی حسی عصبی بعد از پیرگوشی است. این آسیب دائمی و غیر قابل برگشت، ولی قابل پیشگیری است (۳). سلول‌های مویی خارجی (OHC) به علت مواجهه با سر و صدای بیش از حد، آسیب‌پذیرترین سلول‌ها می‌باشند (۴، ۵). امروزه در صنعت از ادیومتری تون خالص برای کشف و شناسایی NIHL استفاده می‌شود (۶). معایب این رویکرد عدم تشخیص آسیب ناشی از سر و صدا در سطح سلول مویی خارجی به دلیل جبران آن توسط مکانیزم‌های فرا حلزونی و در نتیجه تأخیر در آگاهی از تغییرات جزئی دستگاه شنوایی است. ارزشمندی استفاده از گسیل‌های صوتی گوش Oto Acoustic Emission (OAE) سیگنال‌های آکوستیکی با سطح شدت پایین که برای بررسی عملکرد سلول‌های مویی خارجی مورد استفاده قرار می‌گیرد در کسانی که در معرض عوامل آسیب رسان شنوایی همچون سر و صدا هستند، با ویژگی و حساسیت بالا و عینی بودن (Objectivity) آزمون، به اثبات رسیده است (۷-۹).

با توجه به موارد ذکر شده استفاده از OAE برای شناسایی اولیه افراد دچار آسیب شنوایی ناشی از سر و صدا و پایش شنوایی کارگران امری ضروری و منطقی می‌باشد. با توجه به اینکه در ایران مطالعات کمی در این زمینه صورت گرفته است، در پژوهش حاضر پاسخ‌های ادیومتری تون خالص و دامنه پاسخ‌های DPOAE در کارگران در معرض سر و صدای غیر مجاز در مقایسه با کارمندان بخش اداری مورد بررسی قرار گرفت و نتایج دو آزمون با هم مقایسه شد.

مواد و روش‌ها

این مطالعه توصیفی تحلیلی به صورت مقطعی انجام گرفت. روش نمونه‌گیری به صورت تمام شماری بود. بدین ترتیب که تمامی کارگران مواجهه یافته با سر و صدای غیر مجاز، با توجه به معیارهای ورود و خروج به عنوان گروه مورد (۱۳۴ نفر) و مابقی کارگرانی که در

وجود پاسخ DPOAE در ۹۷ درصد از افراد مورد مطالعه در گروه کارمندان و ۶۷ درصد از افراد گروه کارگران، تأیید شد. با مقایسه نتایج جدول شماره ۲ مشاهده می‌شود که دامنه DPOAE در گروه کارگران فقط در فرکانس ۴/۴ KHz کم‌تر از گروه کارمندان بود و این تفاوت از لحاظ آماری معنی‌دار می‌باشد ($p < 0/05$). از آنجایی که پاسخ DPOAE توسط دو تون اولیه برانگیخته می‌شود، باعث ایجاد پاسخ در مناطق فرکانسی خاصی در حلزون می‌شود. بنابراین هر گونه آسیب در یک منطقه فرکانسی خاص حلزون، کاهش دامنه DPOAE در آن محدوده خاص را به دنبال خواهد داشت. این یافته با برخی نتایج مطالعات انجام شده در این زمینه هم‌خوانی دارد از جمله Slivinska-kowalski و Atcharyasathian معتقد بودند که DPOAE برای ارزیابی فرکانس‌های بالا حساسیت بالاتری دارد زیرا فرکانس‌های پایین تحت تأثیر سر و صدای محیطی قرار نمی‌گیرد (۱۲، ۹). همچنین Vinck و همکاران گزارش کردند که DPOAE آزمون مفیدی جهت بررسی کم شنوایی ناشی از سر و صدا است، زیرا آسیب‌های ناشی از سر و صدا در محدوده فرکانسی ۳ تا ۶ کیلوهرتز رخ می‌دهد و کاهش دامنه DPOAE نیز در فرکانس ۴/۴ کیلوهرتز رخ می‌دهد که نشان از حساسیت فرکانسی بالای این آزمون دارد. این یافته در بسیاری از مطالعات دیگر گزارش شده است (۱۱).

مطالعات انسانی بیانگر آن است که آزمون OAE، روش بالینی غیر تهاجمی، دقیق، سریع و بدون نیاز به

در این مطالعه برای آنالیز داده‌ها از نسخه ۱۶/۰ نرم‌افزار SPSS استفاده شد. برای آمار توصیفی از شاخص‌های آماری شامل شاخص‌های مرکزی و پراکندگی و برای تحلیل داده‌ها و بررسی فرضیات از آزمون t-test استفاده شد. همچنین حد معنی‌داری آماری (p-value) کوچک‌تر از ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها و بحث

در این مطالعه، ۸۹ کارمند و ۱۳۴ کارگر در معرض سر و صدای غیر مجاز مورد مطالعه قرار گرفتند. میانگین سنی گروه کارمندان $31/7 \pm 6/57$ و گروه کارگران $32/5 \pm 5/46$ بود. همچنین کلیه افراد شرکت‌کننده در این مطالعه مرد بودند. در این مطالعه میزان کم شنوایی با استفاده از ادیومتری تون خالص و وضعیت سلامت سلول‌های مویی خارجی با استفاده از DPOAE مورد بررسی قرار گرفت. ۳۶ درصد افراد در معرض سر و صدا دچار آسیب شنوایی فرکانس بالا بودند در حالی که در گروه کارمندان همه افراد مورد بررسی شنوایی طبیعی داشتند. در جدول شماره ۱ میانگین و انحراف معیار آستانه‌های ادیومتری تون خالص در کل نمونه‌ها و دو گروه مورد بررسی نشان داده شده است. در فرکانس‌های ۳ و ۴ کیلوهرتز تفاوت آستانه‌ها در دو گروه از نظر آماری معنی‌دار بود ($p < 0/05$). این یافته با نتایج تمام مطالعات قبلی هم‌خوانی دارد که سر و صدا بیشترین تأثیر را بر فرکانس‌های بالا (۳ و ۴ کیلوهرتز) دارد (۱۱).

جدول شماره ۱: مقایسه میانگین آستانه‌های شنوایی (انحراف معیار)

| فرکانس Hz | کارمندان (۸۹ نفر) | | کارگران (۱۳۴ نفر) | |
|--------------|----------------------------|-----------|----------------------------|-----------|
| | میانگین \pm انحراف معیار | معنی‌داری | میانگین \pm انحراف معیار | معنی‌داری |
| ۱۴۰۰ | $4/56 \pm 7/96$ | ۰/۱۹ | $4/94 \pm 8/83$ | ۱۰۰۰ |
| ۲۲۰۰ | $5/17 \pm 6/45$ | ۰/۱۰ | $6/35 \pm 7/20$ | ۲۰۰۰ |
| ۲۹۰۰ | $8/88 \pm 9/06$ | <۰/۰۰۱ | $10/73 \pm 11/80$ | ۳۰۰۰ |
| ۴۰۰۰ | $14/62 \pm 14/68$ | <۰/۰۰۱ | $17/33 \pm 11/80$ | ۴۰۰۰ |

* با استفاده از ادیومتری تون خالص

جدول شماره ۲: مقایسه میانگین دامنه‌های DPOAE (انحراف معیار)

| فرکانس Hz | کارمندان (۸۹ نفر) | | کارگران (۱۳۴ نفر) | |
|--------------|----------------------------|-----------|----------------------------|-----------|
| | میانگین \pm انحراف معیار | معنی‌داری | میانگین \pm انحراف معیار | معنی‌داری |
| ۱۴۰۰ | $8/49 \pm 1/35$ | ۰/۱۶ | $8/41 \pm 1/97$ | ۱۴۰۰ |
| ۲۲۰۰ | $8/06 \pm 1/01$ | ۰/۴۸ | $7/60 \pm 0/22$ | ۲۲۰۰ |
| ۲۹۰۰ | $5/62 \pm 1/90$ | ۰/۱۸ | $6/32 \pm 2/60$ | ۲۹۰۰ |
| ۴۰۰۰ | $8/49 \pm 1/33$ | <۰/۰۰۱ | $7/73 \pm 0/88$ | ۴۰۰۰ |

* با استفاده از گسیل‌های صوتی محصول اوجاج گوش

ارزیابی شنوایی کارگران به محل کارخانه و پر سر و صدا بودن محیط آزمایش و در نتیجه عدم امکان انجام آزمایشات در زمان مقرر، اشاره نمود.

سپاسگزاری

این مقاله حاصل طرح پژوهشی مصوب مرکز تحقیقات گوش و حلق و بینی و سر و گردن و علوم وابسته به دانشگاه علوم پزشکی تهران است. بدینوسیله از حمایت‌های مالی و علمی این مرکز تحقیقاتی، شرکت رهاورد مبین نیک به خاطر در اختیار گذاشتن امکانات و تجهیزات بالینی و پژوهشی و پرسنل محترم کارخانه سینک‌سازی اخوان که نهایت همکاری را مبذول داشتند، کمال تشکر و قدردانی را داریم.

همکاری بیمار برای ارزیابی عملکرد حلزون و به‌خصوص سلول‌های مویی خارجی است (۷-۹). یافته اصلی پژوهش حاضر حساسیت فرکانسی بالاتر و قابلیت ثبت بیشتر DPOAE در تشخیص آسیب‌های ناشی از سر و صدای صنعتی می‌باشد. DPOAEs در مقایسه با سایر پرتوهای صوتی نسبت به تأثیرات ناشی از افت شنوایی مقاوم‌تر است و از این رو می‌تواند به‌عنوان یک ابزار مناسب جهت غربالگری در کنار ادیومتری یا حتی پیش از ادیومتری برای ارزیابی، پیشگیری و تشخیص ضایعات حلزونی ناشی از سر و صدا مورد استفاده قرار گیرد.

از محدودیت‌های انجام این پژوهش می‌توان به طولانی شدن زمان انجام تحقیق به علت عدم همکاری کارگران در برخی مواقع، مشکل حمل و نقل دستگاه‌های

References

1. Borchgrevink HM. Does health promotion work in relation to noise? *Noise Health* 2003; 5(18): 25-30.
2. Roeser R, Valente M. *Audiology diagnosis*. 2nd ed. New York: Thieme Medical Publishers; 2007. p. 85-109.
3. Celik O, Yalçın S, Oztürk A. Hearing parameters in noise exposed industrial workers. *Auris Nasus Larynx* 1998; 25(4): 369-375.
4. Linss V, Emmerich E, Richter F, Linss W. Is there a close relationship between changes in amplitudes of distortion product otoacoustic emissions and hair cell damage after exposure to realistic industrial noise in guinea pigs? *Eur Arch Otorhinolaryngol* 2005; 262(6): 488-495.
5. Desai A, Reed D, Cheyne A, Richards S, Prasher D. Absence of otoacoustic emissions in subjects with normal audiometric thresholds implies exposure to noise. *Noise Health* 1999; 1(2): 58-65.
6. Attias J, Horovitz G, El-Hatib N, Nageris B. Detection and Clinical Diagnosis of Noise-Induced Hearing Loss by Otoacoustic Emissions. *Noise Health* 2001; 3(12): 19-31.
7. Prasher D, Sułkowski W. The role of otoacoustic emissions in screening and evaluation of noise damage. *Int J Occup Med Environ Health* 1999; 12(2): 183-192.
8. Lapsley Miller JA, Marshall L, Heller LM. A longitudinal study of changes in evoked otoacoustic emissions and pure-tone thresholds as measured in a hearing conservation program. *Int J Audiol* 2004; 43(6): 307-322.
9. Atchariyasathian V, Chayarpham S, Saekhow S. Evaluation of noise-induced hearing loss with audiometer and distortion product otoacoustic emissions. *J Med Assoc Thai* 2008; 91(7): 1066-1071.
10. Seixas NS, Kujawa SG, Norton S, Sheppard L, Neitzel R, Slee A. Predictors of hearing threshold levels and distortion product

- otoacoustic emissions among noise exposed young adults. *Occup Environ Med* 2004; 61(11): 899-907.
11. Vinck BM, Van Cauwenberge PB, Leroy L, Corthals P. Sensitivity of transient evoked and distortion product otoacoustic emissions to the direct effects of noise on the human cochlea. *Audiology* 1999; 38(1): 44-52.
12. Sliwińska-Kowalska M, Kotylo P. Is otoacoustic emission useful in the differential diagnosis of occupational noise-induced hearing loss? *Med Pr* 1997; 48(6): 613-620.