Archive of SID

Arak Medical University Journal (AMUJ) *Original Article*
2011; 14(55): 29-35

The protective effect of sound conditioning on the hearing system of rabbits

Khavanin A[1*], Soleimani M[2], Mirzaaie R[2], Motalebi M[3], Asilian H[1], Soleimanian A[2]

1- Department of Occupational Health, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran
2- Tarbiat Modares University, Tehran, Iran
3- Department of Occupational Health, Zahedan University of Medical Sciences, Zahedan, Iran
4- Department of Occupational Health, Kashan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran

Received 10 Jan 2009, Accepted 28 Feb 2009

Abstract

Background: Trauma noise is one of the major physical pollutants in modern societies. Sound conditioning, on the other hand, is known as one of the mechanisms for protecting the hearing system.

***Materials and Methods*:** In this experimental study, 15 three month-old male white New Zealand rabbits were divided into three groups. The equipments used in this study included a sound generator, a loudspeaker, an exposure box, a sound level meter, and a distortion product otoacoustic emission (DPOAE) device. The rabbits were assigned to trauma noise exposure, conditioning noise exposure, and control groups. The conditioning and traumatic sound levels were respectively 80 and 105dB within the 500-3000 Hz frequency.

Results: Conditioning noise at the level of 80 in combination with trauma noise enhanced the rabbits hearing system tolerance up to 13-17 dB so that in all frequencies there were significant differences between the trauma noise exposure group and the sound conditioning and trauma noise conditioning group ($P<0.05$).

***Conclusion*:** Sound conditioning can act as an effective factor in protecting the hearing system against trauma noise.

***Keywords*:** Hearing Loss, Distortion Product Otoacoustic Emission, Sound Conditioning

*Corresponding author: Address: Department of Occupational Health, Tarbiat Modares University, Ale-ahmad Highway, Tehran, Iran
Email: khavanin@modares.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

مقاله پژوهشی

مجله علمی پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی اراک

سال 14، شماره 2 (شماره پیاپی 55)، خرداد و تیر 1390، 35-29

اثر حفاظتی تطابق صوتی بر سیستم شنوایی خرگوش

دکتر علی خوانین[1*] ، محسن سلیمانی[2] ، رمضان میرزایی[3]، مسعود مطلبی[4] ، دکتر حسن اصیلیان[5] ، اردلان سلیمانیان[6]

1- دانشیار، دکترای بهداشت حرفه ای، گروه بهداشت حرفه ای، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

2- دانشجوی کارشناسی ارشد بهداشت حرفه ای، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

3- دانشیار، دکترای بهداشت حرافه ای گروه بهداشت حرفه ای، دانشگاه علوم پزشکی زاهدان ، زاهدان، ایران

4- استادیار ، دکترای بهداشت حرفه ای، گروه بهداشت حرفه ای، دانشگاه علوم پزشکی کاشان، کاشان، ایران

5- استادیار، دکترای بهداشت حرفه ای، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

6- کارشناس ارشد، بهداشت حرفه ای، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

تاریخ دریافت 88/10/20 ، تاریخ پذیرش 88/11/28

چکیده

زمینه و هدف: صدای تروما یکی از آلاینده های فیزیکی جوامع امروز و تطابق با صدا به عنوان یکی از مکانیزم های حفاظت سیستم شنوایی مطرح می باشد. این مطالعه با منظور تعیین اثر حفاظتی تطابق صوتی بر سیستم شنوایی انجام شده است.

مواد و روش‌ها: در این مطالعه تجربی از 15 سر خرگوش سالم نر سفید سه ماهه نیوزلندی، در سه گروه دستگاه تولید صدا، محفظه مواجهه با صدا، صداسنج و دستگاه شنوایی سنجی پاسخ صوتی اعوجاجی استفاده شد. گروه اول خرگوش‌ها مواجهه با صدای تروما، گروه دوم مواجهه با صدای تطبیقی و تروما و گروه سوم به عنوان شاهد انتخاب شدند، تراز فشار صدای تطابقی 80 دسی بل و تراز فشار تروما 105 دسی بل و در محدوده فرکانس 3000-500 هرتز انتخاب شد. پاسخ صوتی اعوجاجی گوش خرگوش ها بعد از مواجهه با صدا اندازه گیری و مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت.

یافته ها: صدای تطبیقی با تراز شدت 80 دسی‌بل بعلاوه صدای تروما، مقاومت سیستم شنوایی خرگوش را در فرکانس های مختلف نسبت به صدای تروما 17-13 دسی‌بل افزایش داده به نحوی که در تمامی فرکانس ها بین دو گروه مواجهه با صدای تروما و مواجهه با صدای تطبیقی و تروما (توام) اختلاف معنی داری دیده شد ($P < 0/05$).

نتیجه گیری: صدای تطابق می تواند به عنوان یک عامل حفاظتی سیستم شنوایی در برابر صدای تروما باشد.

واژگان کلیدی: افت شنوایی، صدای تطابقی، گسیل های اعوجاجی گوش

* نویسنده مسئول: تهران، تقاطع بزرگراه جلال آل احمد و شهید چمران، دانشگاه تربیت مدرس، گروه بهداشت حرفه ای

E mail: khavanin@modares.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

امروزه پیشرفت علم، شرایط زندگی، افزایش جمعیت و مکانیزه شدن باعث شده است تا صدای محیطی در همه جا همراه انسان باشد و به عنوان یک مشکل جهانی مطرح شود. همان طور که می دانیم انسان محور توسعه است و رشد قابلیت، توانایی و حفظ سلامت انسان ها در جهت ایجاد توسعه و رفع نیازهای جامعه ضرورت دارد. پیش گیری و کنترل افت های شنوایی ناشی از سر و صدا در جهان امروز به یکی از برنامه های مهم بهداشت عمومی کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه تبدیل شده است (1) .بر این اساس تحقیق در خصوص اثرات صدمات صدای تروما (زیان آور) نظر محققین را به خود جلب نموده است به نحوی که نتایج آن می تواند در جهت اقدامات کنترلی و حفظ سلامت افراد مؤثر بوده و در افزایش بهره وری و سلامت جامعه اثرگذار باشد.

به منظور کنترل صدا از دو روش استفاده می شود: کنترل مدیریتی (کنترل زمان مواجهه با صدا و پایش سلامتی افراد در معرض) و کنترل فنی (مانند کنترل در منبع و کنترل در مسیر انتشار صوتی) (2، 3). در چند سال اخیر، روش جدیدی با استفاده از صدای تطابقی برای حفاظت سیستم شنوایی پیشنهاد شده است.

تطابق صوتی، مواجهه حیوان یا انسان با تراز فشار صدای کمتر از حد آسیب‌زا قبل از مواجهه با ترومای صوتی گفته می‌شود. به طور کلی دو اصطلاح درخصوص حفاظت شنوایی بیان می‌شود که عبارتند از تطابق و مقاومت در مقابل صدا (6-3).

وجود مقاومت به ترومای صوتی ابتدا به وسیله میلر و همکاران بر اساس آزمایشی که روی گربه انجام داد پیشنهاد گردید، وی معتقد بود که وقتی گربه در معرض صدای منقطع به مدت 16 روز قرار گیرد، تغییرات آستانه شنوایی در مواجهه با صدای شدیدتر کاهش کمتری داشته است (3).

یوشیدا و چارلز در مطالعه ای، باند صوتی 16-8 کیلو هرتز را که نزدیک به آستانه شنوایی حیوانات بود، به عنوان صدای تطابق انتخاب نمودند. نتایج تحقیق نشان داد که در گروه مواجهه با صدای تطابق، افت شنوایی دایمی کمتر بوده و اثر صدای تطابق در حفاظت شنوایی مثبت می باشد (7).

کان لون و همکاران در مطالعه خود نتیجه گرفتند که صدای تطابق مورد استفاده برای حفاظت شنوایی باید در سطحی باشد که منجر به افت شنوایی موقتی یا دایم و آسیب به سلول‌های شنوایی نگردد (8). در برخی از این پژوهش-های مواجهه حیوانات با صدای تطابقی به صورت یکنواخت و پیوسته و در برخی دیگر به صورت منقطع بوده است (12-9).

وایت و همکاران طی تحقیقی اثرات صدای متناوب و یکنواخت را به عنوان صدای تطابقی در پیشگیری از افت شنوایی و آسیب سلول های مویی خارجی ناشی از صدای تروما در میمون بررسی نمود، نتایج نشان داد که صدای متناوب و یکنواخت هر دو 30-15 دسی‌بل افت شنوایی موقت (Temporary Threshold - TTS Shift) و صدای یکنواخت 15-10 دسی‌بل افت شنوایی دایم (Permanent Threshold Shift -PTS) کمتری نسبت به صدای تروما ایجاد می نماید. صدای تطابقی متناوب مقاومت سیستم شنوایی را نسبت به TTS و صدای تطابقی یکنواخت نسبت به TTS و PTS افزایش می دهد، همچنین هر دو الگوی صدای تطابقی موجب کاهش آسیب به سلول‌های مویی خارجی می‌شود (13).

با پیشرفت علم پزشکی، درمان بیماری‌های عفونی که در گذشته شایع بوده، تحت کنترل قرار گرفته است. اما شیوع بیماری های شغلی همانند اثرات شنیداری و غیر شنیداری صدا با گذشت زمان در حال افزایش است. بیش از 10 درصد افراد بزرگسال از صدمات شنوایی رنج می برند و افت شنوایی به عنوان یک مشکل مهم برای کل جوامع بشری محسوب می شود. همچنین با توجه به نتایج متناقض مطالعات مختلف اثر صدای تطابقی در حفاظت شنوایی و عدم انجام تحقیق مشابه در کشور، مطالعه حاضر به منظور دستیابی به روش ایده‌آل و کاربردی جهت حفاظت

www.SID.ir

Archive of SID

سیستم شنوایی خرگوش با استفاده از صدای تطبیقی و تعمیم نتایج مثبت آن به گونه انسانی انجام شده است.

مواد و روش‌ها

در این مطالعه که به صورت تجربی در سال 1388 در آزمایشگاه بهداشت حرفه‌ای دانشگاه تربیت مدرس انجام شده است از 15 سر خرگوش نر، سفید، سه ماهه نیوزلندی با وزن 2000-1500 گرم سالم تهیه شده از مؤسسه واکسن و سرم سازی رازی در سه گروه (تروما، تطابقی و شاهد) و با توجه به رعایت اصل اخلاق پزشکی کار با حیوانات در انجام آزمایشات استفاده گردید.

گروه اول (تروما صوتی) 5 سر خرگوش 10 روز، روزی 8 ساعت مواجهه با صدایی (تراز فشار 105 دسی‌بل) در فرکانس‌های 3-0/5کیلو هرتز ، گروه دوم (تطابق یافته) شرایط گروه اول را داشته با این تفاوت که دو ساعت قبل از مواجهه با صدای تروما با صدای تطابقی 80 دسی‌بل مواجهه شدند و گروه سوم (شاهد) حیواناتی بودند که با هیچ گونه صدایی مواجهه نداشتند و سایر شرایط بر ایشان همانند دو گروه دیگر بود.

برای پی بردن به سلامت سیستم شنوایی خرگوش ها قبل از مواجهه با هر گونه صدای به روش پاسخ صوتی اعوجاجی (Distortion Product Oto-Acoustic Emission- DPOAE) آزمایش اولیه انجام می گرفت.

روش اندازه گیری عینی، غیر تهاجمی و با ویژگی حساسیت فرکانس برای بررسی عملکرد حسی حلزون گوش می‌باشد و در مواردی استفاده می شود که نیاز به همکاری بیمار یا نمونه مورد آزمایش نمی باشد (20 ، 21). گوش خارجی و میانی انرژی صوتی را جمع آوری نموده و به سوی گوش داخلی و نهایتاً سلول‌های مویی حسی متمرکز می‌کند، در این حال اندام گوش داخلی عکس آن عمل نموده و توسط سلول‌های مویی خارجی تولید ارتعاشاتی در درون حلزون گوش می‌نماید، این ارتعاشات در داخل حلزون توسط گوش میانی تقویت گردید، صوت در داخل مجرای خارجی گوش انتقال می‌یابد، با استقرار یک میکروفن در مجرای خارجی گوش می توان این اصوات منعکس شده و برگشتی را ثبت نمود.

در مرحله بعد حیوانات به محفظه صدای شیشه ای (90 × 60 × 50 سانتی متر) منتقل و پس از مواجهه با صدا در زمان معین مطابق برنامه، مجدداً سیستم شنوایی حیوانات به روش DPOAE جهت مقایسه گروه ها و بررسی تأثیر صدای تطابقی آزمایش شد.

لازم به ذکر است در کلیه آزمایشات شنوایی، خرگوش ها با استفاده از مخلوط 60 درصد کتامین و 40 درصد گزیلازین به میزان 0/6 میلی لیتر به ازای هر کیلوگرم وزن به طریق تزریق زیرجلدی در ناحیه ران بیهوش می شدند.

همچنین برای تولید صدا در فرکانس های ترکیبی مورد نظر از نرم افزار سیگنال استفاده شد به وسیله این برنامه می توان اصوات با تون خالصی یا ترکیبی به طور نا محدود ایجاد کرد و آن را در برنامه کول ادیت (Cool Edit) فعال نمود، علاوه بر آن تیر تجهیزاتی مانند آمپلی فایر، اسیکوسکوپ، بلندگو و صداسنج (Cell 440) به کار برده شد.

پس از تولید صوت برای گروه ها، با استفاده از اسیلوسکوپ و صداسنج اصوات داخل محفظه از نظر فرکانس و شدت کنترل می‌شد. خرگوش ها پس از مواجهه در حیوان خانه دانشگاه که محیط آرام و بدون سر و صدا با دمای 2 ± 25 سانتی گراد و میزان رطوبت 70-50 درصد بود، نگهداری می شدند.

مدت مواجهه خرگوش ها با صداهای مورد نظر برای هرگروه 10 روز متوالی بود و به منظور حذف اثرات کوتاه مدت تغییرات آستانه شنوایی 24-16 ساعت به آنها استراحت داده می شد، سپس بی هوش و با انجام آزمایشات DPOAE اثر صدا بر عملکرد سیستم شنوایی در فرکانس های مختلف ثبت می گردید.

در نهایت نتایج حاصله از آزمایشات با استفاده از نرم افزار SPSS آزمون‌های تکمیلی توکی و واریانس یک طرفه تجزیه و تحلیل گردید.

www.SID.ir

Archive of SID

یافته ها

جدول 1 نشان می دهد که صدای تروما (گروه اول) در کلیه فرکانس ها باعث افت دایم شنوایی خرگوش گردیده است، بیشترین تخریب در فرکانس4000 هرتز (29/21 دسی‌بل) و کمترین تخریب در فرکانس 1000 هرتز (22/52 دسی‌بل) دامنه تخریب در فرکانس های بالا بیشتر است($p<0/05$) که نشان دهنده حساسیت سیستم شنوایی خرگوش در این فرکانس ها می باشد.

همچنین افت ناشی از صدای تروما پس از مواجهه با صدای تطبیقی (گروه دوم) در فرکانس 350 هرتزکمترین (7/1 دسی‌بل) و در فرکانس 4000 هرتز بیشترین مقدار (15/02 دسی‌بل) را نشان می دهد($p<0/05$).

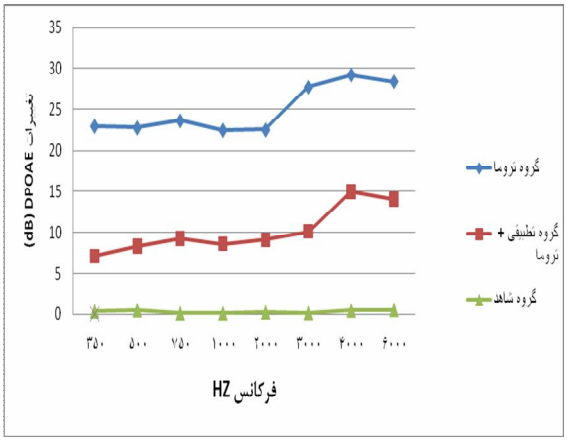
نمودار 1 نیز بیان کننده اثر مثبت صدای با تراز فشار کمتر از حد استاندارد (تطبیقی) و افزایش مقاومت سیستم شنوایی خرگوش نسبت به صدای تروماست.

جدول 1. میانگین اختلاف پاسخ های فرکانس شنوایی (DPOAE) گوش خرگوش درمواجهه با صدای تروما (گروه اول)، صدای تطابقی و تروما (گروه دوم) و شاهد (گروه سوم) بر حسب دسی‌بل

فرکانس (هرتز)	گروه اول (دسی پل)	گروه دوم (دسی پل)	گروه سوم (دسی پل)
	اختلاف میانگین (انحراف معیار)	میانگین (انحراف معیار)	میانگین (انحراف معیار)
350	23 (6/47)	7/1 (3/54)	0/35(0/32)
500	22/38(6/52)	8/31 (3/4)	0/52(0/54)
750	23/64(7/67)	9/23 (4/82)	0/11(0/25)
1000	22/52(6/82)	8/6 (3/37)	0/12(0/17)
2000	22/56(8/20)	9/09 (4/82)	0/25(0/43)
3000	27/71(8/65)	10/13 (3/65)	0/16(0/09)
4000	29/21(10/67)	15/02 (6/53)	0/46(0/57)
6000	28/40(9/51)	14/05 (6/31)	0/54(0/59)

بحث

جدول 1 نشان می دهد که صدای تطابقی با فشار صوت پایین می تواند بر حساسیت گوش داخلی در مواجهه با صدای تروما اثر گذاشته و موجب کاهش PTS شود، به نحوی که در همه فرکانس ها بین گروه مواجهه با صدای



نمودار 1. میانگین تغییرات پاسخ های فرکانسی آستانه DPOAE در گروه های مورد تاثیر

تروما و گروه مواجهه با صدای تطبیقی به علاوه تروما اختلاف معنی داری مشاهده گردید. حداقل اختلاف بین دو گروه 14 دسی‌بل و حداکثر 17/5 دسی‌بل می باشد.

تحقیقات مشابه در حیوانات نیز اثر حفاظتی 40-30 دسی‌بل را بیان می دارد (۱۲،۱۹،۱۵، 11 ،8). در سال 2009 مطالعه سوری داوانا اثبات نمود که صدای تطبیقی اثر سمیت داوری جنتامایسن را بر روی حلزون گوش کاهش داده و موجب افزایش آنتی اکسیدان حلزون گوش می گردد (22).

با پیشرفت صنایع، کشاورزی، حمل و نقل ، تعداد کارگران مواجهه با سر و صدا فزونی یافته است برآورد تحقیقات اخیر در کشور امریکا حاکی از آن است که 30 میلیون نفر در محل هایی با صدای بیش از 85 دسی‌بل کار می کنند. آمار نشان داده که تقریباً 3/2 درصد جمعیت کاری دنیا دچار مشکل کاهش شنوایی هستند (3-1).

برای ارزیابی اثر تطابق صوتی، عوامل مختلف اثرگذار شامل: تراز صوت، فرکانس و زمان مواجهه می باشد، محققان تراز شدت صوتی 10-80 دسی‌بل را بهترین شدت برای صدای تطابقی و شدت پایین تر را چندان مناسب نمی دانند (۱۸،۱۷، 13).

هر چند که چگونگی مکانیسم اثر صدای تطبیقی و توانمندی سیستم شنوایی در مواجهه با آن به درستی مشخص نشده است اما نظریه های زیر مطرح می باشد:

www.SID.ir

Archive of SID

1) بازتاب آکوسیتکی عضلات گوش میانی به واسطه مواجهه با تراز صوتی پایین موجب کاهش تغییرات آستانه شنوایی موقت و دایم می شود (19، 18).

2) فعالیت فیبرهای عصبی وابران در حلزون گوش کاهش تغییرات آستانه موقت شنوایی در سلولهای مویی خارجی را ایجاد می نماید (17، 13).

3) افزایش انرژی متابولیسم حلزون گوش منجر به جلوگیری از تغییرات آستانه شنوایی ناشی از مواجهه با صدای زیاد میگردد (20 ، 19).

همچنین در مقایسه گروه شاهد و گروه مواجهه با صدای تطبیقی در فرکانس های کمتر از 4000 هرتز هیچگونه اختلاف معنی دار ملاحظه نگردید در حالی که فقط در فرکانس های 4000 و 6000 هرتز اختلاف معنی دار مشاهده گردید که می تواند ناشی از طیف فرکانس صدای تطبیقی (3000-500)، طول مدت مواجهه باشد نتیجه مشابه در این بخش نیز توسط یوشیدا و همکاران کسب شده است (7).

همچنین با مقایسه گروه تروما و گروه تطبیقی ملاحظه می شود که صدای تطبیقی مقاومت سیستم شنوایی خرگوش را نسبت به صدمات ناشی از صدای تروما در فرکانس پایین (350 هرتز) حدود 69 درصد و در فرکانس بالا (6000 هرتز) حدود 50/5 درصد افزایش داده است. تحقیق کیمی تانکا و همکاران این مطالب را تأیید می نماید (19).

نتیجه گیری

مواجهه با صدای تطابقی مرکب (تشکیل شده از فرکانس های مختلف) باعث کاهش اثر صدای تروما (با تراز فشار زیاد) بر سیستم شنوایی خرگوش شنوایی خرگوش شده و مقاومت آن را در کلیه فرکانس ها افزایش می دهد، لذا می توان از آن به عنوان یک روش حفاظتی سیستم شنوایی در برابر صدای تروما استفاده نمود.

همچنین با مروری بر مقالات گذشته با توجه به افزایش مداوم آلودگی صوتی در کشورهای صنعتی بسط و تعمیم این روش به محیط انسانی نیازمند تحقیقات بیشتر می باشد.

تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل پایان نامه کارشناسی ارشد در رشته بهداشت حرفه ای می باشد و کلیه مراحل آن در آزمایشگاه گروه با همکاری اساتید و کارشناسان انجام شده است که بدین وسیله از همگی ایشان کمال تشکر و امتنان را می نماییم.

منابع

1. Skellett R, Cullen JJ, Fallon M, Bobbin R. Conditioning the auditory system with continuous vs. interrupted noise of equal acoustic energy: is either exposure more protective? Hear Res. 1998 Feb;116(1-2):21-32.
2. McFadden S, Henderson D, Shen Y. Low-frequencyconditioning'provides long-term protection from noise-induced threshold shifts in chinchillas. Hearing research. 1997;103(1-2):142-50.
3. Miller J, Watson C, Covell W. Deafening effects of noise on the cat: Acta oto-laryngologica; 1963.
4. Niu X, Canlon B. Protecting against noise trauma by sound conditioning. Journal of Sound and Vibration. 2002;250(1):115-8.
5. Boettcher F. Auditory brain-stem response correlates of resistance to noise-induced hearing loss in Mongolian gerbils. J Acoust Soc Am. 1993 Dec;94(6):3207-14.
6. Clark W, Bohne B, Boettcher F. Effect of periodic rest on hearing loss and cochlear damage following exposure to noise. The Journal of the Acoustical Society of America. 1987;82:1253.
7. Yoshida N, Liberman M. Sound conditioning reduces noise-induced permanent threshold shift in mice. Hear Res. 2000 Oct;148(1-2):213-9.
8. Salvi R, Henderson D. The effects of sound conditioning on the cochlea. Auditory system plasticity and regeneration: Thieme Medical Publishers; 1996. p. 118-27.

www.SID.ir

Archive of SID

9. Canlon B, Fransson A. Sound conditioning modulates calbindin D-28kD immunoreactivity in the cochlea. Abstr Assoc Res Otolaryngol. 1994;17:66.
10. Canlon B, Fransson A. Morphological and functional preservation of the outer hair cells from noise trauma by sound conditioning. Hear Res. 1995 Apr;84(1-2):112-24.
11. Henderson D, Subramaniam M, Papazian M, Spongr V. The role of middle ear muscles in the development of resistance to noise induced hearing loss. Hear Res. 1994 Apr;74(1-2):22-8.
12. Campo P, Subramaniam M, Henderson D. The effect of 'conditioning' exposures on hearing loss from traumatic exposure. Hear Res. 1991 Oct;55(2):195-200.
13. White D, Boettcher F, Miles L, Gratton M. Effectiveness of intermittent and continuous acoustic stimulation in preventing noise-induced hearing and hair cell loss. J Acoust Soc Am. 1998 Mar;103(3):1566-72.
14. McFadden SL, Henderson D, Shen YH. Low-frequency 'conditioning' provides long-term protection from noise-induced threshold shifts in chinchillas. Hear Res. 1997 Jan;103(1-2):142-50.
15. Ryan A, Bennett T, Woolf N, Axelsson A. Protection from noise-induced hearing loss by prior exposure to a nontraumatic stimulus: role of the middle ear muscles. Hear Res. 1994 Jan;72(1-2):23-8.
16. Fowler T, Canlon B, Dolan D, Miller J. The effect of noise trauma following training exposures in the mouse. Hear Res. 1995 Aug;88(1-2):1-13.
17. Subramaniam M, Campo P, Henderson D. The effect of exposure level on the development of progressive resistance to noise. Hear Res. 1991 Mar;52(1):181-7.
18. Dagli S, Canlon B. The effect of repeated daily noise exposure on sound-conditioned and unconditioned guinea pigs. Hear Res. 1997 Feb;104(1-2):39-46.
19. Tanaka C, Chen G, Hu B, Chi L, Li M, Zheng G, et al. The effects of acoustic environment after traumatic noise exposure on hearing and outer hair cells. Hearing research. 2009;250(1-2):10-8.
20. Kemp D, Chum R. Properties of the generator of stimulated acoustic emissions* 1. Hearing Research. 1980;2(3-4):213-32.
21.Suryadeevara A, Wanamaker H ,Pack A.The effects of sound conditioning on gentamicin induced vestibulocochlear toxicity in gerbils Laryngoscope. 2009 jun;119(6): 1166-70

www.SID.ir