

Original Article

Protective effect of N-acetylcysteine on blocking potentiation of noise induced hearing loss by carbon monoxide in rabbits

Motalebi Kashani M^{1*}, Hannani M¹, Mousavi GA², Dehdashti A³

1- Department of Occupational Health, Faculty of Health, Kashan University of Medical Sciences, Kashan, I. R. Iran.

2- Department of Biostatistics and Public Health, Faculty of Health, Kashan University of Medical Sciences, Kashan, I. R. Iran.

3- Department of Occupational Health, Faculty of Health, Semnan University of Medical Sciences, Semnan, I. R. Iran.

Received October 31, 2010; Accepted January 19, 2011

Abstract:

Background: Noise induced hearing loss (NIHL) is one of the most important occupational diseases worldwide. NIHL has been found to be potentiated by simultaneous carbon monoxide (CO) exposure. This study was performed to evaluate the protective effect of N-acetylcysteine (NAC) administration on potentiating effect of CO on NIHL in rabbits.

Materials and Methods: In this experimental study forty-two male adult white rabbits were divided into seven groups ($n=6$ for each group). Group 1, as control (no exposure to noise or CO and no injection); Group 2, noise exposure (100 dB for 40 h); Group 3, noise+CO exposure; Group 4, noise exposure+NAC administration (325 mg/kg); Group 5, noise+CO exposure+NAC administration, Group 6, NAC administration alone and Group 7, CO exposure (700 ppm for 40h). Audiometric test of rabbits was assessed by Auditory Brain stem Response (ABR) test in three stages: before exposure, 1 hour and 14 days post exposure at 1, 2, 4 and 8 kHz frequency.

Results: The administration of NAC attenuated temporary and permanent ABR threshold shift caused by noise exposure and simultaneous exposure to noise plus CO. NAC administration blocked the potentiating of temporary threshold shift by CO at 1, 2, and 4 KHz frequency and also blocked potentiating of permanent threshold shift by CO at all frequencies.

Conclusion: NAC as an antioxidant agent can attenuate temporary and permanent noise induced ABR threshold shifts and provides protective effect against potentiating of NIHL by CO in rabbits.

Keywords: Auditory brain stem response, Carbon monoxide, N-acetylcysteine, Noise-induced hearing loss

* Corresponding Author.

Email: motalebi_m@kaums.ac.ir

Tel: 0098 361 555 0111

Fax: 0098 361 555 0111

Conflict of Interests: No

Feyz, *Journal of Kashan University of Medical Sciences*, Spring, 2011; Vol. 15, No1, Pages 1-10

بررسی تاثیر حفاظتی ان استیل سیستئین بر مهار اثر مونوکسیدکربن در تشديد افت شنوایی ناشی از صدا در خرگوش

مسعود مطابی کاشانی^{*}، میترا حنانی^۲، سید غلامعباس موسوی^۳، علیرضا دهدشتی^۴

خلاصه

سابقه و هدف: افت شنوایی ناشی از صدا یک بیماری شایع در جهان بوده و مواجهه با مونوکسیدکربن می‌تواند آن را تشديد نماید. این پژوهش با هدف بررسی تاثیر حفاظتی آنتی‌اکسیدان ان استیل سیستئین (NAC) بر مهار اثر تشید کننده مونوکسیدکربن برآفت شنوایی ناشی از صدا در خرگوش انجام گرفته است.

مواد و روش‌ها: این مطالعه تجربی روی ۴۲ سر خرگوش نر در ۷ گروه شامل کنترل، در معرض صدا (۱۰۰ دسی‌بل به مدت کلی ۴ ساعت)، در معرض مونوکسیدکربن (۷۰۰ پی ام به مدت کلی ۴ ساعت)، معرض تواأم صدا و مونوکسیدکربن، در معرض صدا با دریافت NAC (۳۲۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم)، در معرض تواأم صدا و مونوکسیدکربن با دریافت NAC. و گروه بدون مواجهه و فقط دریافت NAC انجام گرفت. شنوایی حیوانات با استفاده از روش پاسخ شنیداری ساقه مغز (ABR) در فرکانس‌های ۲، ۴ و ۸ کیلو هرتز در سه مرحله: قبل از مواجهه، یک ساعت و ۱۴ روز پس از آخرین مواجهه مورد ارزیابی قرار گرفت.

نتایج: تجویز NAC موجب کاهش تغییرات آستانه موقت و دائم ABR ناشی از مواجهه با صدا و نیز تواأم صدا و مونوکسیدکربن گردید. NAC همچنین اثر تشید کننده مونوکسیدکربن برآفت شنوایی موقت ناشی از صدا را در فرکانس‌های ۱، ۲ و ۴ کیلو هرتز مهار نمود و موجب مهار این اثر بر افت شنوایی دائم در کلیه فرکانس‌های مورد مطالعه گردید.

نتیجه‌گیری: NAC به عنوان یک آنتی‌اکسیدان قادر است اثر حفاظتی مناسبی در برابر اثر تشید کننده مونوکسیدکربن بر افت شنوایی موقت و دائم ناشی از صدا در خرگوش ایجاد نماید.

واژگان کلیدی: پاسخ شنیداری ساقه مغز، مونوکسیدکربن، ان استیل سیستئین، افت شنوایی ناشی از صدا

فصلنامه علمی - پژوهشی فیض، دوره پانزدهم، شماره ۱، بهار ۱۳۹۰، صفحات ۱-۱۰

مقدمه

بسیاری از کارگران نظیر کارگران صنایع ریخته گری، ذوب فلز، صنایع تولید فولاد و سیمان، جوشکاران و آهنگران در محیط کار خود در معرض مواجهه تواأم با صدا و مونوکسیدکربن قرار دارند به طوری که انتستیوی ملی ایمنی و بهداشت حرفه‌ای در آمریکا در برآورد نموده که نزدیک به یک میلیون کارگر فقط در آمریکا در محیط‌های کار خود در معرض مقادیر بیش از حد مجاز مونوکسیدکربن و صدا قرار دارند [۱]. مطالعات انجام شده بر روی حیوانات آزمایشگاهی نشان داده است که مونوکسیدکربن به تنهایی نمی‌تواند افت شنوایی دائم ایجاد کند، لیکن مواجهه همزمان با صدا و مونوکسیدکربن موجب می‌گردد افت شنوایی ناشی از صدا توسط مونوکسیدکربن تشید گردد [۲-۱۰]. افت شنوایی ناشی از صدا یک پدیده چند علتی است که در آن علاوه بر آسیب‌های مکانیکی ناشی از صدا، آسیب‌های متابولیکی نیز در ایجاد عارضه نقش مهمی ایفا می‌کنند که مهم ترین آنها استرس اکسیداتیو ناشی از تشکیل رادیکال‌های آزاد (گونه‌های فعل اکسیژن) در حلزون گوش می‌باشند [۱۱]. گزارشات اولیه مبنی بر نقش رادیکال‌های آزاد در ایجاد افت شنوایی ناشی از صدا منجر به طرح فرضیه‌هایی مبنی بر پیشگیری از این عارضه از طریق به کارگیری آنتی‌اکسیدان‌ها گردید. در همین راستا ترکیبات مختلفی نظیر ویتامین E،

افت شنوایی ناشی از صدا یکی از مهم‌ترین بیماری‌های ناشی از کار بوده و حدود ۱۶ درصد از معلولیت‌های ناشی از افت شنوایی در بزرگسالان به مواجهه با صدای زیاد در محیط کار نسبت داده می‌شود. این عارضه پس از پیرگوشی شایع‌ترین علت افت شنوایی در بزرگسالان است [۱]. برآورد می‌گردد که بیش از شصصد میلیون نفر در جهان با صدای بیش از حد مجاز (۸۰ دسی‌بل) در محیط کار خود مواجهه دارند [۲]. مونوکسیدکربن به عنوان یکی از آلاینده‌های مهم در محیط زیست و محیط کار می‌تواند افت شنوایی ناشی از صدا را تشید نماید [۳].

۱ استادیار، گروه بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی کاشان

۲ مری، گروه بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی کاشان

۳ مری، گروه آمار، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی کاشان

۴ استادیار، گروه بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی سمنان

* نشانی نویسنده مسؤول؛ کاشان، دانشگاه علوم پزشکی کاشان، دانشکده بهداشت، گروه بهداشت حرفه‌ای

تلفن: ۰۳۶۱ ۵۵۵۰۱۱۱ - ۰۳۶۱ ۵۵۵۰۱۱۱

پست الکترونیک: motalebi_m@kaums.ac.ir

تاریخ پذیرش نهایی: ۸۹/۱۰/۲۹

تاریخ دریافت: ۸۹/۸/۹

قبلی و نیز نتایج آزمایشات مقدماتی، ۶ سر خرگوش در هر گروه تعیین گردید [۱۰-۱۶]. کل زمان آزمایشات برای هر گروه ۲۲ روز بود. ان استیل سیستئین به میزان ۳۲۵ میلی گرم بر کیلوگرم وزن بدن حیوان از طریق تزریق درون صفاقی به مدت ۱۱ روز (۳ روز قبل از شروع مواجهه با عوامل زیان آور صدا و مونواکسیدکربن، ۵ روز در طی مواجهه با عوامل زیان آور و ۳ روز پس از آخرین مواجهه با عوامل زیان آور) و هر روز یکبار برای گروههای شماره ۴، ۵ و ۶ تجویز شد. گروههای شماره ۲، ۳ و ۷ سالین را با همین روش و مقدار دریافت نمودند. حیوانات در گروههای شماره ۲، ۳ و ۵ در معرض صدای اکتاوباند با مرکزیت ۴ کیلوهرتز و تراز فشار 100 ± 2 دسی بل به مدت ۸ ساعت در روز و به میزان ۵ روز پیاپی قرار داشتند (زمان کل مواجهه ۴۰ ساعت بوده است). همچنین حیوانات در گروههای شماره ۳، ۵ و ۷ در معرض گاز مونواکسید کربن با غلظت ppm 700 ± 40 به مدت ۸ ساعت در روز و به میزان ۵ روز پیاپی (۴۰ ساعت) قرار داشتند. مواجهه حیوانات با این عوامل در داخل یک اتاقک از جنس طلق شفاف انجام شد. این اتاقک به گونه ای طراحی گردید تا گنجایش ۶ خرگوش را داشته باشد و از نظر شرایط آکوستیکی، دارای شرایط میدان پرطیین باشد به طوری که میزان صدا در داخل اتاقک مستقل از فاصله بوده و حیوانات در تمام نقاط آن در معرض صدای یکسان قرار داشته باشند. صدای مورد نظر از طریق نرم افزار Cool edit به وسیله یک آمپلی فایر و بلندگو در داخل اتاقک مواجهه پخش گردید و میزان صدا از نظر شدت و فرکانس به طور مداوم در طول مدت مواجهه توسط صدا سنج آنالیزوردار مدل Cel-490 پایش می گردید. گاز مونواکسیدکربن نیز از طریق یک سیلندر ۵۰ لیتری حاوی این گاز با خلوص ۹۹/۵ درصد توسط یک میکرووالو مدل Air Flow به داخل اتاقک وارد می گردید. دبی تهویه اتاقک ۵۶ لیتر در دقیقه بود که برای تعویض هوا به میزان ۱۲ بار در ساعت کافی می باشد. غلظت سازی در شرایط دینامیک انجام شد و غلظت گاز در داخل اتاقک مطابق با روش استاندارد National Institute of occupational safety and NIOSH (Health; MRU) به شماره ۶۶۰۴ و با استفاده از دستگاه قرائت مستقیم مدل ABR (Auditory Brain Stem Response) مورد ارزیابی قرار گرفت. این روش یکی از روش های بررسی پتانسیل های برانگیخته

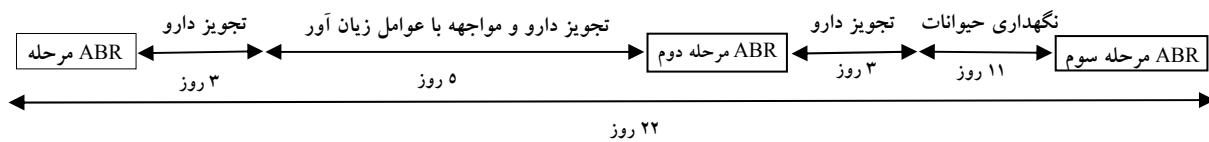
ویتامین C، ویتامین A، ان استیل سیستئین و سایر آنتی اکسیدان ها جهت پیشگیری از افت شناوری ناشی از صدا در مطالعات مختلف به کار گرفته شدند [۱۲، ۱۳]. ان استیل سیستئین (NAC) یک ان استیل مشتق شده از آمینواسید ال- سیستئین است که گروه تیول (سولفیورید) این ماده اثر آنتی اکسیدانی داشته و قادر به خشی سازی رادیکال های آزاد است. این ماده همچنین به عنوان پیش ماده گلوتاتیون عمل کرده و یک عامل مهم در حفاظت از ساختمان بیولوژیکی سلول ها در برابر رادیکال های آزاد محسوب می گردد [۱۴، ۱۵]. نقش این ماده در کاهش افت شناوری ناشی از صدا تاکنون در چند مطالعه در مدل حیوانی نشان داده شده است [۱۸-۱۶]. از سوی دیگر تشدید افت شناوری ناشی از صدا توسط مونواکسید کربن به افزایش ترشح گلوتامات و اثرات بعدی آن شامل تورم و مرگ سلول هایی موبی در حلزون گوش و همچنین افزایش استرس اکسیداتیو در حلزون نسبت داده می شود [۱۹، ۲۰]. با توجه به اینکه نقش ان استیل سیستئین در کاهش اثرات سمیت ناشی از گلوتامات و حفاظت در برابر تورم و مرگ سلولی در مطالعات قبلی نشان داده شده است [۲۱، ۲۲]. این فرضیه مطرح می گردد که ماده مذکور می تواند اثر تشدید کننده مونواکسید کربن بر افت شناوری ناشی از صدا را مهار نماید. این پژوهش با هدف بررسی این فرضیه طراحی و اجرا گردیده است.

مواد و روش ها

این پژوهش تجربی بر روی ۴۲ سر خرگوش های نر سفید بالغ (سه ماهه، نژاد نیوزیلندی) با محدوده وزنی ۱۵۰۰-۲۲۰۰ گرم انجام گرفت. حیوانات از انسیتو تحقیقاتی پاستور ایران تامین گردیده و موارد مندرج در بیانیه هلسینکی در خصوص حمل، نگهداری و کار با حیوانات آزمایشگاهی در مورد آنها رعایت گردید. خرگوش ها مطابق با نوع مداخلات به هفت گروه به شرح ذیل تقسیم شدند: گروه شماره ۱: حیواناتی که هیچ گونه مواجهه ای با صدا و مونواکسیدکربن نداشتند و دارو (ان استیل سیستئین) دریافت نکردند (شاهد); گروه شماره ۲: حیواناتی که در معرض صدا بوده و سالین (دارونما) دریافت کردند؛ گروه شماره ۳: حیواناتی که در معرض صدا و مونواکسیدکربن بوده و سالین دریافت کردند؛ گروه شماره ۴: حیواناتی که در معرض صدا بوده و ان استیل سیستئین دریافت کردند؛ گروه شماره ۵: حیواناتی که در معرض صدا و مونواکسیدکربن بوده و ان استیل سیستئین دریافت کردند؛ گروه شماره ۶: حیواناتی که مواجهه ای با صدا و مونواکسیدکربن نداشتند و فقط ان استیل سیستئین دریافت کردند؛ و گروه ۷: حیواناتی که در معرض مونواکسیدکربن بوده و سالین دریافت کردند. تعداد نمونه ها در هر گروه براساس نتایج مطالعات

سوم (نسبت به مرحله اول) به عنوان تغییر آستانه دائم یا افت شنوایی دائم (Permanent threshold Shift; PTS) در نظر گرفته شد. خلاصه‌ای از مراحل و زمان‌بندی آزمایشات در شکل شماره ۱ نشان داده شده است. لازم بذکر است که در بررسی شنوایی در مدل حیوانی، افت‌های ایجاد شده تا یک ساعت پس از مواجهه به عنوان افت موقت یا برگشت پذیر و افت‌های ماندگار تا بیش از یک هفته به عنوان افت دائم یا برگشت ناپذیر تعريف می‌شود [۲۶-۲۴]. در آزمایش ABR لازم است حیوانات قبل از آزمایش بیهوش شوند. برای این منظور از مخلوط کتابمین ۱۰ درصد و گزیلایزین ۲ درصد استفاده شد. مخلوطی از ۶۰ درصد کتابمین و ۴۰ درصد گزیلایزین تهیه و ۰/۶ میلی‌لیتر به ازای هر کیلوگرم وزن خرگوش از طریق زبرجلدی در ناحیه ران تزریق شد. پس از جمع آوری داده‌ها ابتدا جهت تعیین نرمالیتی آنها از آزمون کولموگروف اسمیرنوف و لون استفاده گردید. با توجه به عدم وجود شرایط لازم برای آزمون‌های پارامتریک از آزمون ABR کروسكال والیس و نیز آزمون من ویتنی استفاده شد. آستانه ABR در گروه‌هایی که دارو دریافت کردند با گروه بدون مواجهه (گروه ۱) و گروه مواجهه با صدا (گروه شماره ۲) در فرکانس‌های ۱۱ کیلو هرتز مقایسه گردید.

شنیداری است که نیاز به پاسخ آزمایش شونده ندارد و در مطالعه بر روی حیوانات مورد استفاده قرار می‌گیرد [۲۳، ۲۴]. در این پژوهش از دستگاه ABR مدل Interacoustic EP25 ساخت کشور دانمارک استفاده شد. از طریق آزمایشات مقدماتی پروتکل مناسب برای سنجش شنوایی خرگوش تعیین و کلیه آزمایشات با یک پروتکل یکسان برای حیوانات انجام شد. آزمایش ABR برای کلیه گروه‌ها در سه مقطع زمانی به این شرح انجام گرفت: مرحله اول: روز اول پژوهش و قبل از دریافت دارو یا سالین و مواجهه حیوانات با عوامل زیان آور (این آزمایشات به منظور تعیین وضعیت اولیه شنوایی حیوان و مقایسه آن با بعد از مواجهه انجام گرفت). مرحله دوم: یک ساعت پس از آخرین مواجهه حیوانات با عوامل زیان آور (روز هشتم پژوهش)، مرحله سوم: ۱۴ روز پس از آخرین مواجهه حیوانات با عوامل زیان آور (روز بیست و دوم پژوهش). در هر یک از این مراحل آستانه ABR به روش کلیک (با یک طیف وسیع فرکانس حدود ۱۰۰۰ تا ۴۰۰۰ هرتز) و همچنین به روش Tone Burst (با طیف باریک فرکانسی در فرکانس‌های ۸۰۰۰، ۴۰۰۰، ۲۰۰۰، ۱۰۰۰ هرتز) تعیین گردید. تغییرات آستانه ABR در مرحله دوم (نسبت به مرحله اول) به عنوان تغییر آستانه موقت یا افت شنوایی موقت (Temporary threshold Shift; TTS) در مرحله ABR و تغییرات آستانه (threshold Shift; TTS)



شکل شماره ۱- خلاصه‌ای از مراحل و زمان‌بندی آزمایشات

مطالعه نشان داده شده است. با توجه به اینکه روش کلیک نمایی کلی از وضعیت شنوایی حیوانات (در یک محدوده وسیع فرکانسی) را ارائه می‌کند از یافته‌های جدول شماره ۱ و انجام آزمون کروسكال والیس و من ویتنی (جهت مقایسه دوتایی گروه‌ها با یکدیگر) چنین نتیجه گیری می‌شود که تجویز NAC می‌تواند به طور معنی‌داری موجب کاهش تغییرات موقت و ماندگار شنوایی ناشی از مواجهه با صدا و همچنین مواجهه توأم با صدا و مونواکسید کربن گردد ($P < 0.001$). همچنین تغییر آستانه موقت و دائم در گروه شماره ۵ به طور معنی‌داری کمتر از گروه ۲ می‌باشد ($P < 0.001$): یعنی NAC به طور کلی قابلیت مهار نمودن اثر تشدید‌کننده مونواکسید کربن بر افت شنوایی ناشی از صدا را دارا می‌باشد. به‌منظور بررسی دقیق‌تر اثر NAC بر تغییرات آستانه ABR، این تغییرات بهروش تون برست در فرکانس‌های ۱، ۲، ۴ و ۸ کیلوهertz مورد بررسی قرار گرفت که نتایج آن برای گروه‌های

نتایج

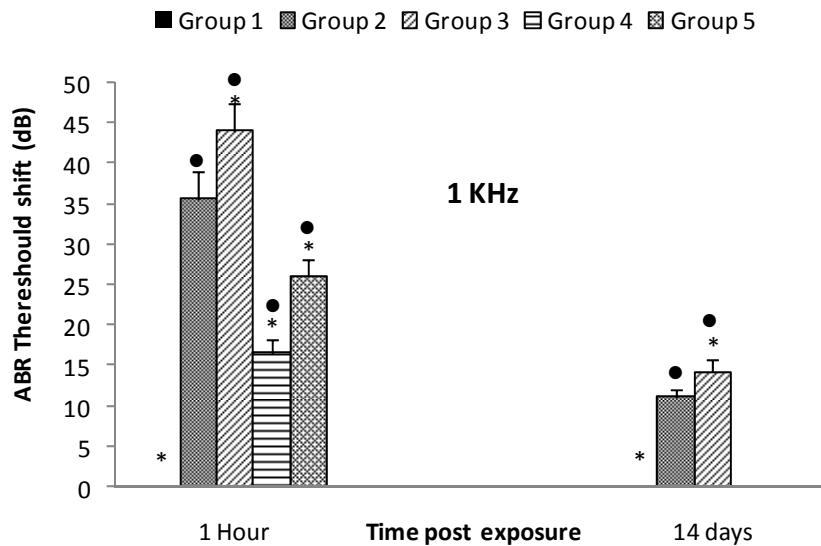
کلیه حیوانات در گروه‌های مورد مطالعه قبل از شروع مواجهه با عوامل زیان آور و یا دریافت دارو (یا دارونما) از وضعیت شنوایی یکسان برخوردار بوده و تفاوت معنی‌دار در آستانه ABR آزمایش مرحله اول میان گروه‌های مورد مطالعه مشاهده نگردید. مقایسه گروه‌های شماره ۱ (شاهد)، ۶ (فقط دریافت NAC) و ۷ (فقط مواجهه با مونواکسید کربن) نیز نشان داد در تمامی فرکانس‌های مورد بررسی، تفاوت معنی‌دار در آستانه ABR موقت (یکساعت پس از مواجهه) و دائم (چهارده روز پس از مواجهه) میان این سه گروه وجود ندارد. به عبارت دیگر تجویز NAC به‌تهابی و یا مواجهه تنها با مونواکسید کربن موجب تغییر آستانه موقت یا ماندگار نسبت به گروه شاهد در حیوانات نگردیده است. در جدول شماره ۱ تغییرات آستانه ABR به روش کلیک، یکساعت و چهارده روز پس از مواجهه در گروه‌های مورد

دائم میان گروه‌های شماره ۱ و ۴ و همچنین میان گروه‌های شماره ۱ و ۵ مشاهده نمی‌گردد. به عبارت دیگر تجویز NAC موجب گردیده است که وضعیت شناوبی حیوانات در معرض صدا و نیز توأم صدا و مونواکسیدکردن در فرکانس‌های ۱ و ۲ کیلوهرتز پس از گذشت چهارده روز از مواجهه به وضعیت شناوبی اوپله بازگشته است. مقایسه تغییرات آستانه موقت ABR میان گروه‌های شماره ۵ و ۲ نیز نشان داد که در فرکانس‌های ۱ و ۲ کیلوهرتز، این تغییرات در گروه شماره ۵ به طور معنی‌داری کمتر از گروه شماره ۲ بوده است ($P<0.01$). در فرکانس ۴ کیلوهرتز نیز تفاوت معنی‌دار میان دو گروه وجود ندارد؛ این بدان معناست که تجویز NAC موجب مهارشدن اثر تشدیدکننده مونواکسید کردن بر افت شناوبی ناشی از صدا در فرکانس‌های ۱، ۲ و ۴ کیلوهرتز گردیده، لیکن در فرکانس ۸ کیلوهرتز همچنان اثر تقویتی مونواکسیدکردن بر این افت دیده می‌شود. مقایسه تغییرات آستانه دائم میان گروه‌های شماره ۵ و ۲ نشان داد در فرکانس‌های ۱، ۲ و ۴ کیلوهرتز، این تغییرات در گروه شماره ۵ به طور معنی‌داری کمتر از گروه شماره ۲ است ($P<0.01$). و در فرکانس ۸ کیلوهرتز تفاوت معنی‌دار میان این دو گروه مشاهده نگردید. به عبارت دیگر تجویز NAC موجب مهارشدن اثر تقویتی مونواکسیدکردن بر افت دائم ناشی از صدا پس از گذشت چهارده روز از مواجهه در تمامی فرکانس‌های مورد مطالعه گردیده است.

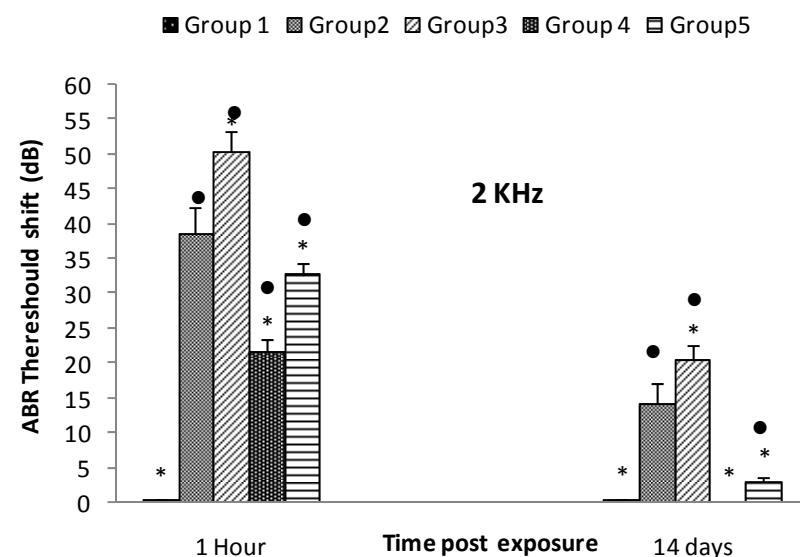
شماره ۱، ۲، ۳، ۴ و ۵ در نمودارهای شماره ۱ الی ۴ نمایش داده شده است. لازم به ذکر است که با توجه به اینکه میان گروه شاهد (گروه شماره ۱) و گروه ۶ و ۷ در تمامی فرکانس‌های مورد مطالعه تفاوت معنی‌دار مشاهده نگردید، در این نمودارها مقادیر مربوط به گروه‌های شماره ۶ و ۷ نمایش داده نشده است. مقایسه تغییرات آستانه موقت ABR میان گروه‌های شماره ۴، ۲ و ۱ (شاهد) نشان می‌دهد که این تغییرات در تمامی فرکانس‌های مورد مطالعه، در گروه شماره ۴ به طور معنی‌داری کمتر از گروه شماره ۲ و بیشتر از گروه شماره ۱ است ($P<0.01$)؛ یعنی تجویز NAC موجب کاهش افت شناوبی موقت ناشی از صدا در تمامی فرکانس‌ها شده است، لیکن علی‌رغم اثر NAC بر این کاهش، همچنین افت موقت ناشی از صدا در مقایسه با گروه شاهد در تمام فرکانس‌ها وجود دارد. مقایسه گروه‌های شماره ۱، ۳ و ۵ نیز همین موضوع را نشان می‌دهد. یعنی تجویز NAC موجب کاهش افت شناوبی موقت ناشی از مواجهه توام با صدا و مونواکسید کردن در تمامی فرکانس‌ها شده است ولی علی‌رغم تاثیر حفاظتی NAC بر این پدیده، همچنان افت موقت ناشی از مواجهه توام صدا و مونواکسید کردن در مقایسه با گروه شاهد در تمام فرکانس‌ها وجود دارد. مقایسه تغییرات آستانه دائم ABR میان گروه‌های فوق الذکر نیز همین نتایج را نشان می‌دهد، با این تفاوت که در فرکانس‌های ۱ و ۲ کیلوهرتز تفاوت معنی‌دار در تغییرات آستانه

جدول شماره ۱- میانگین و انحراف استاندارد تغییر آستانه ABR به روش کلیک (فرکانس ۱-۴ کیلو هرتز) بر حسب دسی بل در گروه‌های مطالعه

		تغییر آستانه ABR به روش کلیک بر حسب دسی بل		گروه‌های خرگوش مورد مطالعه
		یک ساعت پس از مواجهه	چهارده روز پس از مواجهه	
		$\bar{X} \pm SD$	$\bar{X} \pm SD$	
$P<0.001$	۰/۳۵ \pm ۰/۲۸		۰/۲۲ \pm ۰/۳۶	گروه ۱: بدون مواجهه و دریافت دارو
	۳۶/۱۶ \pm ۳/۰۶		۵۱ \pm ۳/۷۴	گروه ۲: مواجهه با صدا
	۳۰/۸۳ \pm ۲/۶۳	$P<0.001$	۶۱ \pm ۴/۲۸	گروه ۳: مواجهه با صدا و CO
	۸/۳۳ \pm ۱/۲۱		۳۳/۵۰ \pm ۲/۰۷	گروه ۴: مواجهه با صدا و دریافت NAC
	۱۵ \pm ۱/۴۱		۴۵/۱۶ \pm ۳/۱۸	گروه ۵: مواجهه با صدا و CO و دریافت NAC
	۰/۵۶ \pm ۰/۴۹		۰/۲۳ \pm ۰/۳۶	گروه ۶: دریافت NAC، بدون مواجهه
	۰/۳۵ \pm ۰/۲۸		۰/۲۳ \pm ۰/۳۶	گروه ۷: مواجهه با مونواکسید کردن (CO)
گروه ۱ با گروه‌های ۲، ۳، ۴، ۵		گروه ۱ با گروه‌های ۲، ۳، ۴، ۵		
گروه ۲ با گروه‌های ۳، ۴، ۵، ۶، ۷		گروه ۲ با گروه‌های ۳، ۴، ۵، ۶، ۷		
گروه ۳ با گروه‌های ۴، ۵، ۶، ۷		گروه ۳ با گروه‌های ۴، ۵، ۶، ۷		
گروه ۴ با گروه‌های ۵، ۶، ۷		گروه ۴ با گروه‌های ۵، ۶، ۷		
گروه ۵ با گروه‌های ۶، ۷		گروه ۵ با گروه‌های ۶، ۷		
تفاوت‌های معنی‌دار در مقایسه دو تابی گروه‌ها ($P<0.001$)				



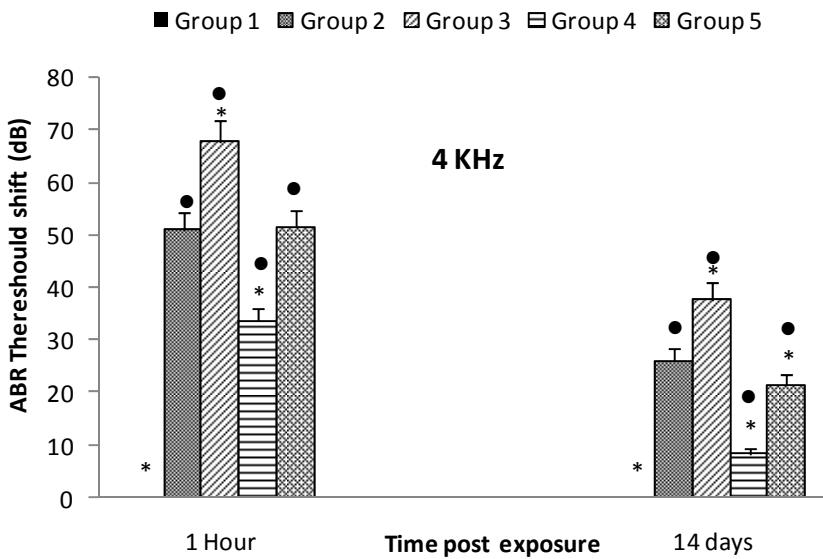
نمودار شماره ۱- مقایسه متوسط تغییر آستانه ABR بر حسب دسی بل با محرك تون برسٰت در فرکانس ۱ کیلوهرتز، یک ساعت و چهارده روز پس از آخرین مواجهه با عوامل زیان آور در گروه‌های خرگوش مورد مطالعه. *: تفاوت معنی‌دار با گروه شماره ۲ ($P < 0.01$) و ●: تفاوت معنی‌دار با گروه شماره ۱ ($P < 0.01$)



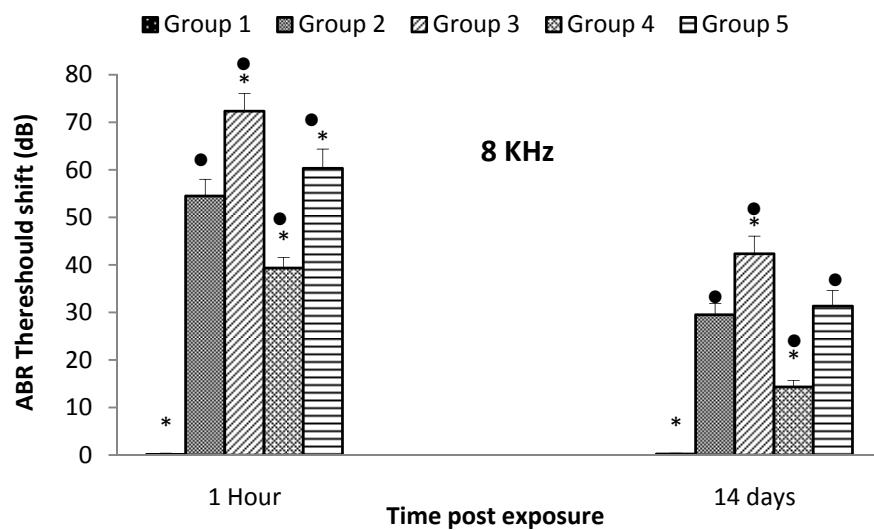
نمودار شماره ۲- مقایسه متوسط تغییر آستانه ABR بر حسب دسی بل با محرك تون برسٰت در فرکانس ۲ کیلوهرتز، یک ساعت و چهارده روز پس از آخرین مواجهه با عوامل زیان آور در گروه‌های خرگوش مورد مطالعه. *: تفاوت معنی‌دار با گروه شماره ۲ ($P < 0.01$) و ●: تفاوت معنی‌دار با گروه شماره ۱ ($P < 0.01$)

ناشی از صدا را در خرگوش مهار نماید. تجویز NAC در این پژوهش از سه روز قبل از مواجهه آغاز شد تا سطح گلوتاتیون در خون حیوانات قبل از مواجهه با عوامل زیان آور افزایش یابد. در مطالعات قبلی نیز که از آنتی اکسیدان‌ها جهت حفاظت در برابر افت شنوایی استفاده گردیده است، تجویز داروها سه روز تا یک هفته قبل از شروع مواجهه انجام شده است [۲۷، ۲۴، ۱۳].

بحث
نتایج پژوهش حاضر نشان داد تجویز NAC به میزان ۳۲۵ mg/kg در روز و طی یک پروتکل ۱۱ روزه می‌تواند کاهش معنی‌داری در افت شنوایی مؤقت و دائم ناشی از صدا و نیز ناشی از مواجهه توأم صدا و مونواکسید کربن در همه فرکانس‌های مورد مطالعه ایجاد نموده و اثر تقویتی مونواکسیدکربن بر افت شنوایی



نمودار شماره ۳ - مقایسه متوسط تغییر آستانه ABR بر حسب دسی بل با محرک تون برسست در فرکانس ۴ کیلوهرتز، یک ساعت و چهارده روز پس از آخرین مواجهه با عوامل زیان آور در گروههای خرگوش مورد مطالعه. *: تفاوت معنی دار با گروه شماره ۲ ($P<0.01$) و ●: تفاوت معنی دار با گروه شماره ۱ ($P<0.01$)



نمودار شماره ۴ - مقایسه متوسط تغییر آستانه ABR بر حسب دسی بل با محرک تون برسست در فرکانس ۸ کیلوهرتز، یک ساعت و چهارده روز پس از آخرین مواجهه با عوامل زیان آور در گروههای خرگوش مورد مطالعه. *: تفاوت معنی دار با گروه شماره ۲ ($P<0.01$) و ●: تفاوت معنی دار با گروه شماره ۱ ($P<0.01$)

پیشگیری از افت شنوایی ناشی از صدای نشان دهد [۲۸، ۱۱]. دوز مورد استفاده NAC در این پژوهش 325 mg/kg بود؛ زیرا مطالعات قبلی در خصوص تاثیر NAC بر پیشگیری از افت شنوایی ناشی از صدای دوز موثر این ماده را 325 mg/kg نشان داده‌اند [۲۹، ۱۶]. مطابق با یافته‌های پژوهش، NAC می‌تواند در فرکانس‌های ۱، ۲، ۴ و ۸ کیلوهرتز حفاظت مناسبی در برابر افت

همچنین، در این پژوهش تجویز NAC طی ۵ روز مواجهه و سه روز پس از قطع مواجهه با عوامل زیان آور ادامه یافت. دلیل این امر آن است که مطالعات قبلی نشان داده‌اند تشکیل رادیکال‌های آزاد ناشی از مواجهه با صدای ممکن است ۷ تا ۱۰ روز پس از قطع مواجهه نیز ادامه یابد و چنانچه تجویز آنتی اکسیدان‌ها تا سه روز پس از قطع مواجهه ادامه داشته باشد می‌تواند تاثیر بیشتری در

استفاده شده است نشان می‌دهد که NAC به طور موثرتری اثر تشیدکننده مونواکسیدکربن را مهار نموده است. در مطالعه‌ای بر روی موش صحرایی اثر حفاظتی (Phenyl-N-tert-butyl nitrone; PBN) در مقابل افت شناوی ناشی از مواجهه توام شناوی در فرکانس‌های پایین می‌تواند به طور محدود اثر مونواکسیدکربن بر افت شناوی ناشی از صدا را مهار نماید [۳۴]. این یافته تا حدودی با یافته‌های پژوهش حاضر هم‌خوانی دارد زیرا NAC نیز در فرکانس‌های پایین موثرتر بوده است. در مطالعه دیگر از بلوک کننده‌های NMDA receptor برای این منظور استفاده گردید که نتایج آن نیز نشان داد که این ترکیب قادر به مهار نمودن اثر مونواکسیدکربن نمی‌باشد [۷]. لازم به ذکر است که NAC تنها ماده‌ای است که تاکنون در چند مطالعه محدود بر روی انسان به منظور پیشگیری از افت شناوی ناشی از ترومای صوتی مورد استفاده قرار گرفته است [۳۵، ۱۳]. این ماده در حال حاضر به عنوان یک دارو و مکمل غذایی مورد تائید FDA بوده و در سراسر جهان مورد استفاده قرار می‌گیرد. لذا مطابق با یافته‌های پژوهش پیشنهاد می‌گردد از این ماده به عنوان یک عامل پیشگیری کننده از افت شناوی ناشی از مواجهه توام با صدا و مونواکسیدکربن در مطالعات بر روی انسان استفاده گردد.

نتیجه گیری

ان استیل سیتئن (NAC) به عنوان یک آنتی اکسیدان محلول در آب قادر است با افزایش غلظت گلوتاتیون خون اثر حفاظتی مناسبی در برابر افت موقت و دائم ناشی از صدا و نیز مواجهه توام صدا و مونواکسیدکربن ایجاد نموده و اثر تشیدکننگی مونواکسیدکربن را در فرکانس‌های پایین به طور کامل مهار نماید.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله از زحمات آقایان دکتر سید باقر مرتضوی و دکتر علی خوانین؛ اعضاء محترم هیات علمی گروه بهداشت حرفه‌ای و معاونت محترم پژوهشی دانشگاه تربیت مدرس که در انجام این پژوهش ما را یاری نمودند، تشکر و قدردانی می‌گردد.

References:

- [1] Nelson DI, Nelson RY, Concha-Barrientos M, Fingerhut M. The global burden of occupational

شناوی موقت و دائم ناشی از صدا ایجاد نماید، به طوری که در فرکانس‌های ۱، ۲ کیلوهرتز وضعیت شناوی حیوانات پس از گذشت چهارده روز از مواجهه به وضعیت اولیه بازگشته است. این یافته‌ها با نتایج مطالعات قبلی که در آنها از NAC به عنوان عامل پیشگیری از افت شناوی ناشی از صدا استفاده گردیده بود مطابقت دارد [۱۶-۱۸]. همچنین، مطابق با یافته‌های پژوهش مواجهه تنها با مونواکسیدکربن نمی‌تواند منجر به افت شناوی موقت و یا دائم در حیوانات گردد که این موضوع با نتایج مطالعات قبلی مشابه است [۵]. مقایسه یافته‌های پژوهش حاضر با مطالعاتی که در آنها از سایر آنتی اکسیدان‌ها (ویتامین E، ویتامین C و ویتامین A) جهت پیشگیری از افت شناوی ناشی از صدا استفاده شده بود، نشان می‌دهد که تاثیر NAC به ویژه در فرکانس‌های بالا (۴ و ۸ کیلوهرتز) از سایر آنتی اکسیدان‌ها بیشتر است [۳۰، ۲۷، ۱۵]. این تاثیر را می‌توان به نقش NAC در افزایش غلظت گلوتاتیون در خون نسبت داد. در برخی پژوهش‌ها نقش گلوتاتیون در بهبود سلول‌های موبای آسیب دیده از صدا در حلقه و در نتیجه محدود نمودن افت شناوی ناشی از صدا نشان داده شده است [۳۲، ۳۱]. گلوتاتیون با داشتن گروه تیول موجب دادن یک الکترون و یک یون هیدروژن به رادیکال‌های آزاد شده و در نتیجه موجب غیرفعال شدن آنها می‌گردد و از این طریق می‌تواند منجر به پاکسازی رادیکال‌های آزاد تولید شده توسط صدا گشته و افت شناوی را کاهش دهد [۳۲]. از سوی دیگر نقش گلوتاتیون به عنوان یک عامل کاهش دهنده اثرات ناشی از سمیت گلوتاتام در مطالعات نشان داده شده است [۱۸]. گلوتاتام یک واسطه عصبی است که در ناحیه مغز از انتهای نورون‌ها آزاد می‌شود. افزایش غلظت این ماده موجب بازشدن کانال‌های عبور کلسیم در سلول‌ها شده و منجر به نفوذ زیاد کلسیم به داخل سلول و در نتیجه مرگ سلول می‌شود. مطالعات نشان داده است که اثر تشیدکننگی مونواکسیدکربن بر افت شناوی ناشی از صدا احتمالاً به دلیل تاثیر مونواکسیدکربن بر افزایش گلوتاتام و سمیت ناشی از این ماده در گوش می‌باشد [۳۳]. بنابراین گلوتاتیون می‌تواند اثر تشیدکننگی مونواکسیدکربن بر افت شناوی ناشی از صدا را مهار نماید و به همین دلیل تجویز NAC در این پژوهش موجب مهارشدن این اثر در حیوانات گردیده است. مقایسه یافته‌های پژوهش با مطالعاتی که از سایر ترکیبات جهت مقابله با اثر توام صدا و مونواکسیدکربن

noise – induced hearing loss. *Am J Ind Med* 2005; 48(6): 446-58.

- [2] Kopke RD, Weisskopf PA, Boone JL, Jackson RL, Wester DC, Hoffer ME, et al. Reduction of noise-induced hearing loss using L-NAC and salicylate in the chinchilla. *Hear Res* 2000; 149(1-2): 138-46.
- [3] Chen GD, Fechner LD. Potentiation of octave – band noise induced auditory impairment by carbon monoxide. *Hear Res* 1999; 132 (1-2): 149-59.
- [4] Fechner LD, Chen G, Rao D. Chemical Asphyxiants and noise. *Noise & health* 2002; 4(14): 49-61.
- [5] Fechner LD, Young JS, Carlisle L. Potentiation of noise induced threshold shift and hair cell loss by carbon monoxide. *Hear Res* 1988; 34 (1): 39-47.
- [6] Young JS, Upchurch MB, Kaufman MJ, Fechner LD. Carbon monoxide exposure potentiates high-frequency threshold shifts induced by noise. *Hear Res* 1987; 26(1): 37-43.
- [7] Chen GD, Kong J, Reinhard K, Fechner LD. NMDA receptor blockage protects against permanent noise – induced hearing loss but not its potentiation by carbon monoxide. *Hear Res* 2001; 154: 108-15.
- [8] Chen GD, Mcwilliams ML, Fechner LD. Intermittent noise-induced hearing loss and the influence of carbon monoxide. *Hear Res* 1999; 138 (1-2): 181-91.
- [9] Rao DB, Fechner LD. Increasing noise severity limits poentiation of noise induced hearing loss by carbon monoxide. *Hear Res* 2000; 150 (1-2): 206-14.
- [10] Motalebi kashani M, Mortazavi SB, Khavanin A, Allameh A, Mirzaei R, Akbari M. Effect of simultaneous noise and carbon monoxide exposure on rabbits' auditory brainstem response. *Feyz, Journal of Kashan University of Medical Sciences* 2010; 13(4): 261-70. [In Persian]
- [11] 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.
- [12] Kopke R, Bielefeld E, Liu J, Zheng J, Jackson R, Henderson D, et al. Prevention of impulse noise-induced hearing loss with antioxidants. *Acta Otolaryngol* 2005; 125 (3): 235-43.
- [13] Lynch E, Kil J. Compounds for the prevention and treatment of noise-induced hearing loss. *Drug Discov Today* 2005; 10 (19): 1291-98.
- [14] Aruoma OI, Halliwell B, Hoey BM, Butler J. The antioxidant action of N-acetylcysteine: its reaction with hydrogen peroxide, hydroxyl radical, Superoxide and hypochlorous acid. *Free Radic Biol Med* 1989; 6(6): 593-97.
- [15] Cotgreave IA. N-acetylcysteine: pharmacological considerations and experimental and clinical applications. *Adv Pharmacol* 1997; 38: 205-27.
- [16] Kopke R, Blelefeld E, liu Y, Zheng J, Jackson R. NAC and Acetyle – L – carnitine (ALCAR) show different effects in protecting the cochlea from noise in chinchilla. *Assoc Res Otolaryngol Abs* 2004; 27 (686): 231.
- [17] Duan M, Qiu J, Laurell G, Olofsson A, Counter SA, Borg E. Dose and time-dependent protection of the antioxidant N-Lacetylcytstein against impulse noise trauma. *Hear Res* 2004; 192 (1-2): 1-9.
- [18] Kopke RD, Jackson RL, Coleman JK, Liu J, Bielefeld EC, Balough BJ. NAC for noise: from the bench top to he clinic. *Hear Res* 2007; 226:114-25.
- [19] Fechner LD, Liu Y, Pearce TA. Cochlear protection from carbon monoxide exposure by free radical blockers in the guinea pig. *Toxicol Appl Pharmacol* 1997; 142: 47-55.
- [20] Liu Y, Fechner LD. MK-801 protects against carbon monoxide – induced hearing loss. *Toxicol Appl Pharmacol* 1995; 132: 196-202.
- [21] Penugonda S, Mare S, Goldstein G, Banks WA. Effects of NAC amide (NACA), a novel thiol antioxidant againsts glutamate–induced cytotoxicity in neuronal cell line PC12. *Brain Res* 2005; 1056: 132-38.
- [22] Hirose K, Liberman MC. Lateral wall histopathology and endocochlear potential in the noise-damaged mouse cochlea. *J Assoc Res Otolaryngol* 2003; 4(3): 339-52.
- [23] Glasscock ME, Jackson C, Josey AF. The ABR Handbook. 2nd ed. New York: Thieme medical publisher Inc; 1987. p. 4-6.
- [24] Hou F, Wang S, Zhai S, Hu Y, Yang W, He L. Effects of alpha-tocopherol on noise-induced hearing loss in guinea pigs. *Hear Res* 2003; 179(1-2): 1-8.
- [25] Pourbakht A, Yamasoba T. Ebseleen attenuates cochlear damage caused by acoustic trauma. *Hear Res* 2003; 181(1-2): 100-8.
- [26] Yamashita D, Jiang HY, Schacht J, Miller JM. Delayed production of free Radicals following noise exposure. *Brain Res* 2004; 1019(1-2): 201-9.
- [27] McFadden SL, Woo JM, Michalak N, Ding D. Dietary vitamin C supplementation reduces noise-induced hearing loss in guinea pigs. *Hear Res* 2005; 202(1-2): 200-8.
- [28] Heinrich U, Feltens R. Mechanisms underlying noise – induced hearing loss. *Drug discov today* 2006; 3(1): 131-35.
- [29] Bielefeld EC, Kopke RD, Jackson RL, Coleman J, Liu J, Henderson D. Noise protection with N-acetyl-L-cysteine (NAC) using a variety of noise exposures, NAC doses and routes administration. *Acta Otolaryngol* 2007; 127(9): 914-9.
- [30] Colleen G, Prell L, Hughes LF, Miller JM. Free radical Scavengers vitamin A, C, and E plus magnesium reduce noise trauma. *Free radic Biol Med* 2007; 42: 1454-63.
- [31] Ohinata Y, Yamasoba T, Schacht J, Miller JM. Glutathion limits noise-induced hearing loss. *Hear Res* 2000; 146(1-2): 28-34.
- [32] Yamasoba T, Alfred LN, Craige H, Yehoash R, Josef MM. Role of glutathione limits noise induced hearing loss. *Brain Res* 1998; 784: 82-90.

- [33] Fetcher LD. Oxidative stress: a potential basis for potentiation of noise-induced hearing loss. *Environ Toxicol Pharmacol* 2005; 19: 543-46.
- [34] Roa D, Fetcher LD. Protective Effects of Phenyl – N – tert butylnitron on the potentiation of noise – induced hearing loss by carbon monoxide.

- Toxicol Appl Pharmacol* 2000; 167(2): 125-31.
- [35] Kramer S, Dreisbach L, Lockwood J, Baldwin K, Kopke R, screnaton S, et al. Efficacy of the antioxidant N-acetylcstein (NAC) in protecting ears exposed to loud music. *J Am Acad Audiol* 2006; 17 (4): 256-78.