Archive of SID

Journal of Health System Research Volume 15, Issue 1, Spring 2019, Pages: 17-25

Original Article

doi: --------

Laboratory Study of the Effect of Exposure Time to Noise and Sound Pressure Level on Mental Fatigue and Release of Noradrenaline the in Human Body

Siamak Pourabdian[1], Atefeh Mahmoudi[2*], Farhad Forouhar Majd[3], Marjan Mansourian[4], Niloofar Ziayi[5]

[1] *Assistant Professor, Department of Occupational Health, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran*
[2] *MA student, Department of Occupational Health, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran*
[3] *Assistant Professor, Department of Occupational Health, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran*
[4] *Assistant Professor, Department of Epidemiology and Biostatistics, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran*
[5] *MA Student, Department of Occupational Health, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran*

**** Corresponding Author:*** *Atefeh Mahmoudi, Email: at.mahmoodi1372@yahoo.com*

Received: 13/06/2018
Accepted: 16/12/2019

Keywords:
Exposure time
Mental fatigue
Noradrenaline
Sound pressure level

Abstract

Background: Noise is one of the most common stress-inducing factors in a workplace and can cause many detrimental effects. Regarding this, the present study was conducted to investigate the effects of exposure time to noise and sound pressure level on mental fatigue and release of noradrenaline in the human body under lab situations.

Methods: This study was conduced on 10 students of Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran, during 4 consecutive days. The subjects were exposed to the noise levels of 85 and 90 dB on the first (0.5 h)/second (1 h) and third (0.5 h)/fourth (1 h) days, respectively. They solved 20 mathematic questions before and after exposure to noise every day, and then marked their fatigue severity on a visual analog scale. In addition, blood samples were collected before and after exposure to noise. The data were analyzed in SPSS software (verion 20).

Findings: The noradrenaline level estimated after 0.5 h exposure to 90 dB was significantly different with the level obtained after 1 h exposure to the same sound level (P=0.037). However, no significant difference was observed for other exposure durations. Furthermore, the mental fatigue degrees evalauted before exposure to the sound pressure levels of 85 and 90 dB were significanty different form those measured after exposure to these pressure levels in all situations.

Conclusion: As the findings indicated, the elongation of time exposure to noise led to the elevation of mental fatigue; however, it resulted in no change in the level of noradrenaline. Furthermore, the rise of noise level from 85 to 90 dB did not lead to the elevation of mental fatigue and noradrenaline release. Consequently, it seems that increased exposure time to noise is more important in causing mental fatigue than the sound pressure level in a short period of time.

Citation: Pourabdian S, Mahmoudi A, Forouhar Majd F, Mansourian M, Ziayi N. Laboratory Study of the Effect of Exposure Time to Noise and Sound Pressure Level on Mental Fatigue and Release of Noradrenaline the in Human Body. J Health Syst Res. 2019; 5(1): 17-25.

www.SID.ir

Copyright 2019 Journal of Health System Research. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY) License (http://creativecommons.org/) which permits unrestricted use, distribution and reproduction in any medium, provided appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons license, and indicate if changes were made.

مقاله پژوهشی

doi: -------

بررسی اثرات زمان مواجهه با صدا و تراز فشار صوت بر خستگی ذهنی و ترشح نورآدرنالین در بدن انسان در شرایط آزمایشگاهی

سیامک پورعبدیان[۱]، عاطفه محمودی[۲*]، فرهاد فروهر مجد[۳]، مرجان منصوریان[۴]، نیلوفر ضیایی[۵]

[۱] دانشیار، بورد تخصصی طب کار، گروه آموزشی بهداشت حرفه‌ای، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران
[۲] دانشجوی کارشناسی ارشد، مهندسی بهداشت حرفه‌ای، گروه آموزشی بهداشت حرفه‌ای، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران
[۳] دانشیار، مهندسی بهداشت حرفه‌ای، گروه آموزشی بهداشت حرفه‌ای، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران
[۴] دانشیار، گروه اپیدمیولوژی و آمار زیستی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران
[۵] دانشجوی کارشناسی ارشد، مهندسی بهداشت حرفه‌ای، گروه آموزشی بهداشت حرفه‌ای، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران

* **نویسنده مسئول:** عاطفه محمودی، ایمیل: at.mahmoodi1372@yahoo.com

دریافت مقاله: ۱۳۹۷/۰۳/۲۳
پذیرش مقاله: ۱۳۹۷/۱۱/۲۷

واژه‌های کلیدی:
تراز فشار صوت
خستگی ذهنی
زمان مواجهه
نورآدرنالین

چکیده

مقدمه: صدا شایع‌ترین عامل استرس‌زا در محیط‌های کاری است که می‌تواند اثرات زیان‌آوری را به دنبال داشته باشد. در این ارتباط، مطالعه حاضر با هدف بررسی اثرات زمان مواجهه با صدا و تراز فشار آن بر میزان خستگی ذهنی و ترشح هورمون نورآدرنالین در بدن انسان در شرایط آزمایشگاهی انجام شد.

روش‌ها: مطالعه حاضر طی چهار روز متوالی در ارتباط با ۱۰ نفر از دانشجویان دانشگاه علوم پزشکی اصفهان صورت گرفت. افراد مورد مطالعه در روزهای اول (نیم ساعت) و دوم (یک ساعت) با تراز ۸۵ دسی‌بل و در روزهای سوم (نیم ساعت) و چهارم (یک ساعت) با تراز ۹۰ دسی‌بل مواجهه یافتند. هر روز افراد قبل و بعد از مواجهه، ۲۰ سؤال ریاضی را حل می‌کردند و میزان خستگی ذهنی خود را بر روی مقیاس آنالوگ بصری (VAS: Visual Analog Scale) علامت می‌زدند. شایان ذکر است که از تمامی افراد قبل و بعد از مواجهه، نمونه خون گرفته شد. در نهایت، نتایج با استفاده از نرم‌افزار SPSS آنالیز گردیدند.

یافته‌ها: سطح هورمون نورآدرنالین تنها در زمان نیم ساعت مواجهه با تراز ۹۰ دسی‌بل اختلاف معناداری با یک ساعت مواجهه با همین تراز داشت (P=۰/۰۳۷) و در سایر زمان‌های مواجهه اختلاف معناداری مشاهده نشد. باید خاطرنشان ساخت که در خستگی ذهنی در تمامی حالات، قبل و بعد از مواجهه با ترازهای فشار صوت ۸۵ و ۹۰ دسی‌بل اختلاف معناداری مشاهده گردید.

نتیجه‌گیری: افزایش زمان مواجهه با صدا، تنها باعث افزایش میزان خستگی ذهنی گردید؛ اما تغییری در ترشح نورآدرنالین ایجاد نکرد. علاوه‌براین، افزایش تراز فشار صوت از ۸۵ به ۹۰ دسی‌بل موجب افزایش میزان خستگی ذهنی و ترشح نورآدرنالین نگردید؛ از این رو به نظر می‌رسد که در کوتاه‌مدت، افزایش زمان مواجهه نسبت به افزایش تراز فشار صوت در ایجاد خستگی ذهنی مهم‌تر می‌باشد.

ارجاع: پورعبدیان، سیامک؛ محمودی، عاطفه؛ فروهر مجد، فرهاد؛ ضیایی، نیلوفر. بررسی اثرات زمان مواجهه با صدا و تراز فشار صوت بر خستگی ذهنی و ترشح نورآدرنالین در بدن انسان در شرایط آزمایشگاهی. مجله تحقیقات نظام سلامت. ۱۳۹۸؛ ۱۵(۱): ۲۵-۱۷.

مقدمه

در اغلب محیط‌های کاری در سراسر جهان، صدا شایع‌ترین و رایج‌ترین عامل استرس‌زایی است که افراد شاغل در معرض آن قرار دارند؛ به‌طوری که حدود ۶۰۰ میلیون نفر از افراد شاغل در معرض مواجهه شغلی با صدا هستند (۳-۱).

هنگامی که فرد در معرض عامل استرس‌زا قرار می‌گیرد، رشته‌های عصبی سمپاتیک، استیل‌کولین ترشح می‌کنند و استیل‌کولین ترشح آدرنالین و نورآدرنالین از غده فوق کلیوی به جریان خون را فعال می‌کند. علاوه‌براین عامل استرس‌زا، سیستم

www.SID.ir

Archive of SID

عصبی سمپاتیک را به‌صورت مستقیم فعال می‌کند و بر سیستم مغز، سیستم اسکلتی- عضلانی، سیستم ادراری، سیستم گوارشی و سیستم قلبی- عروقی تأثیر می‌گذارد و باعث افزایش نرخ ضربان قلب و فشار خون می‌شود (۴).

مواجهه با صدای بیش از حد استاندارد در محیط‌های کاری می‌تواند پیامدهای زیان‌آوری از جمله افت شنوایی، تأثیر بر گردش خون، اختلال خواب، اختلال در تمرکز و هوشیاری و مشکلات فیزیولوژیک را در پی داشته باشد و تداخل در ارتباط کلامی و یادگیری، اختلالات روانی و استرس، اختلالات هورمونی و کاهش عملکرد را در افراد شاغل ایجاد نماید (۳-۱).

کاهش عملکرد انسان می‌تواند ناشی از ایجاد خستگی در اثر نامطلوب‌بودن عوامل محیطی از جمله صدا باشد. خستگی یک فرایند تدریجی است (۵). در ارتباط با عوامل ایجادکننده خستگی ذهنی می‌توان به استرس، کار زیاد، مصرف زیاد دارو و بیماری اشاره کرد. خستگی در محیط‌های کاری مختلف، شیوع متفاوتی دارد. مطالعات انجام‌شده در آمریکا نشان می‌دهند که ۲ تا ۵/۲ میلیون نفر در آمریکا در معرض خستگی قرار دارند (۶).

از سوی دیگر، نتایج حاکی از آن بودند که میزان خستگی کارکنان در مواجهه با سطوح مختلف صدا افزایش یافته است. در پژوهش jahcklen و همکاران در سال ۲۰۱۲ گزارش گردید افرادی که اختلال شنوایی دارند و در معرض سر و صدای زیادی هستند، نسبت به افراد با شنوایی معمولی، خستگی ذهنی بیشتری دارند (۷). در این راستا با توجه به نتایج مطالعات انجام‌شده می‌توان گفت که با افزایش سطح وظیفه، خستگی ذهنی افزایش پیدا می‌کند (۸).

مطالعات نشان داده‌اند که یک رابطه علی بین مواجهه با صدا و تغییر در مقاومت عروق محیطی- ضربان قلب- فشار خون و غلظت کاتکول‌آمین‌ها وجود دارد (۹). در این راستا، در مطالعه‌ای که در سال ۲۰۱۲ توسط jahcklen انجام شد، نتایج حاکی از آن بودند که سطح هورمون آدرنالین و نورآدرنالین در هنگام مواجهه با صدای بالا در مقایسه با وضعیت صدای کم، بالاتر می‌باشد (۱۰).

همچنین در مطالعه‌ای که در سال ۲۰۱۳ توسط رحیمی مقدم انجام شد، گزارش گردید که با کاهش صدا، میزان دفع هورمون‌های استرس به‌ویژه نورآدرنالین به میزان قابل‌توجهی کاهش می‌یابد (۱۱).

در این ارتباط، نتایج مطالعات آندره و همکاران نشان‌دهنده آن بودند که مواجهه با صدای ۹۵ دسی‌بل به مدت ۲۰ دقیقه باعث تغییر قابل‌توجهی در میزان هورمون آدرنالین و نورآدرنالین نمی‌شود (۱۲).

علاوه‌براین، نتایج مطالعه‌ای تحت عنوان "اثرات مواجهه مزمن و حاد با صدا" حاکی از آن بودند که مواجهه کوتاه‌مدت با تراز بین ۹۰ و ۱۰۰ دسی‌بل (A) باعث افزایش کاتکول‌آمین‌ها می‌شود. همچنین صدای غیرعادی، ترشح اولیه آدرنالین را افزایش می‌دهد؛ درحالی که عادت کردن به صدا باعث می‌شود که افزایش تدریجی ترشح نورآدرنالین در مدت زمان طولانی در محیط کار انجام شود (۱۳).

با توجه به پیامدها و تأثیرات متعدد صدا بر سلامتی از جمله تغییر عملکرد شناختی و فعالیت‌های ذهنی مانند حافظه، تمرکز، اثر بر سیستم قلبی- عروقی، اختلال خواب، کاهش بهره‌وری، ایجاد خستگی و این واقعیت که به‌جز سیستم شنوایی، بقیه ارگان‌های بدن فاقد حد مجاز مواجهه با صدا هستند، در پژوهش حاضر سعی شده است اثر مواجهه با صدا در دو تراز ۸۵ و ۹۰ دسی‌بل بر میزان خستگی ذهنی و ترشح هورمون نورآدرنالین در خون تعیین شود؛ بنابراین می‌توان از نتایج این مطالعه برای تعیین حد مجاز مواجهه با صدا برای ترشح هورمون‌های استرس و خستگی ذهنی در پژوهش‌های بعدی استفاده کرد.

روش‌ها

مطالعه تحلیلی- مداخله‌ای حاضر یک کارآزمایی بالینی و آینده‌نگر است. در این مطالعه ۱۰ نفر از دانشجویان دانشگاه علوم پزشکی اصفهان شامل ۵ زن و ۵ مرد با میانگین سنی ۲۳/۲ سال با استفاده از فرمول حجم نمونه $N=\frac{(z\,\alpha/2+z1-B)^2(S1^2+S2^2)}{(\mu1-\mu2)}$ و سطح خطای ۵ درصد به‌صورت تصادفی ساده انتخاب شدند. شایان ذکر است که سؤالات شامل عملیات ساده ریاضی بودند و نیازی به سطح هوشی بالا نداشتند.

پیش از انجام آزمایش، آزمودنی‌ها در مورد مراحل مطالعه توجیه شدند و رضایت‌نامه شرکت در مطالعه را تکمیل نمودند. سپس، تمامی افراد توسط پزشک معاینه شدند که بر مبنای نتایج، همگی دارای کانال گوش باز سالم بودند و مشکلات قلبی- عروقی، فشار خون و چربی نداشتند. به آزمودنی‌ها گفته شده و تأکید گردیده بود که روز قبل از آزمایش از داروهای اثرگذار بر هوشیاری، داروهای خواب‌آور، داروهای ضد حساسیت و داروهای سرماخوردگی و همچنین چای و قهوه استفاده نکنند. پس از معاینه پزشک، آزمودن اودیومتری برای تمامی افراد اجرا شد که بر مبنای نتایج این آزمون، هیچ‌کدام از آزمودنی‌ها افت شنوایی بیش از ۴۰ دسی‌بل در فرکانس‌های ۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ نداشتند.

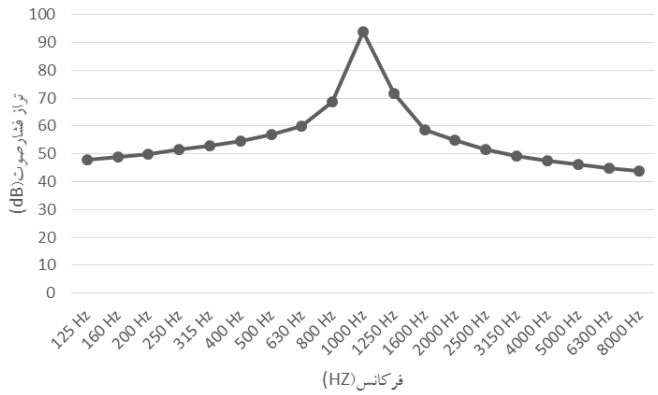
از آنجایی که در مطالعات قبلی مشخص شده بود که مواجهه به مدت ۲۰ دقیقه با صدای ۹۵ دسی‌بل موجب افزایش ترشح هورمون استرس نمی‌شود؛ از این رو در پژوهش حاضر ترازهای فشار صوت پایین‌تر؛ یعنی ۸۵ و ۹۰ دسی‌بل مورد آزمایش قرار گرفت. همچنین با توجه به اینکه حد مجاز مواجهه با تراز ۸۵ دسی‌بل، هشت ساعت است و به ازای هر ۳ دسی‌بل افزایش، زمان نصف می‌شود، با انجام محاسبات مشخص گردید که در تراز فشار صوت ۹۰ دسی‌بل، حداکثر زمان مجاز مواجهه دو ساعت می‌باشد؛ اما به دلیل محدودیت‌های موجود اعم از هماهنگی با نمونه‌گیر و آزمودنی‌ها تصمیم بر آن شد که این مطالعه به مدت نیم ساعت و یک ساعت انجام شود و برای کاهش دفعات نمونه‌گیری خون در یک روز، آزمایش در چهار روز متوالی صورت گیرد. افراد در

www.SID.ir

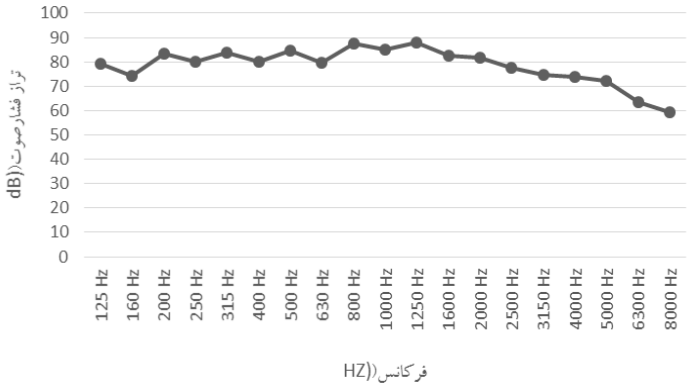
Archive of SID

روز اول نیم ساعت با تراز ۸۵ دسی‌بل، در روز دوم یک ساعت با تراز ۸۵ دسی‌بل، در روز سوم نیم ساعت با تراز ۹۰ دسی‌بل و در روز چهارم یک ساعت با تراز ۹۰ دسی‌بل مواجهه یافتند. روند اجرای آزمایش در چهار روز بدین‌صورت بود که در ساعت ۱۰/۵ صبح قبل از اینکه افراد در مواجهه با صدا قرار بگیرند، نمونه خون توسط نمونه‌گیر آزمایشگاه رسول اکرم (ص) تحت شرایط کاملاً بهداشتی و استریل از آزمودنی‌ها گرفته شد. شایان ذکر است که آزمودنی‌ها تعداد ۲۰ سؤال ریاضی شامل چهار عمل اصلی که براساس الگوی ذکرشده در مطالعات مشابه توسط پژوهشگر طراحی شده بود را ظرف مدت ۱۰ دقیقه حل کردند و احساس خستگی ذهنی خود را بر روی مقیاس آنالوگ بصری (VAS) علامت زدند. ذکر این نکته ضرورت دارد که سؤالات ریاضی در هر چهار روز، قبل و بعد از مواجهه متفاوت بود. استفاده از ماشین حساب نیز ممنوع اعلام گردید. مقیاس آنالوگ بصری VAS یک مقیاس خوداظهاری خط‌کش‌وار است که از ۰ تا ۱۰ درجه‌بندی می‌شود که عدد صفر نشان‌دهنده عدم وجود خستگی، اعداد بین ۰ تا ۵ نشان‌دهنده خستگی متوسط و اعداد بین ۵ تا ۱۰ نشان‌دهنده خستگی زیاد می‌باشند (۱۴). در این مطالعه افراد بر مبنای ترتیبی که در بالا ذکر شد، در معرض صدا قرار گرفتند، ۲۰ سؤال ریاضی را حل نمودند و احساس خستگی ذهنی خود را بر روی مقیاس VAS علامت زدند. در پایان نیز از آن‌ها نمونه خون گرفته شد. زمان نمونه‌گیری برای روزهای اول و سوم بعد از مواجهه با صدا، ساعت ۱۱ و برای روزهای دوم و چهارم، ساعت ۱۱/۵ صبح بود. در هر مرحله از خون‌گیری، از هر فرد مقدار ۲/۲ سی‌سی خون گرفته شده و در ویالی حاوی EDTA ریخته شد (خون غیرلخته). در ادامه، نمونه‌ها داخل دستگاه سانتریفیوژ قرار داده شدند و پلاسما از خون جدا گردید. سپس، پلاسما داخل فریزری با دمای ۲۰- درجه سلسیوس قرار داده شد و مقدار هورمون نورآدرنالین موجود در پلاسما با استفاده از کیت الایزا و دستگاه انکوباتور در آزمایشگاه رسول اکرم (ص) تعیین مقدار گردید. باید خاطرنشان ساخت افرادی که در هنگام اجرای آزمایش قادر به ادامه آن نبودند از مطالعه حذف شدند.

صداهای مورد نظر که صداهای ضبط‌شده از صنعت (صدای کمپرسور) بودند، با استفاده از کامپیوتری که دارای برنامه نرم‌افزاری تولید و پخش صدا، نرم‌افزار آنالیز صدا (LABVIEW)، بلندگو و میکروفون بود برای کلیه افراد پخش شدند. میکروفون (دانمارک B&K) یک‌دوم اینچی بر روی سه‌پایه‌ای در ارتفاع گوش آزمودنی‌ها قرار گرفت. سپس، به کارت پردازشگر صدا و در ادامه به رایانه‌ای دارای نرم‌افزار LabView متصل گردید. لازم به ذکر است که میکروفون توسط کالیبراتور مدل ۴۲۳۰ در فرکانس ۱۰۰۰ هرتز و تراز فشار صوت ۹۴ دسی‌بل کالیبره شد (شکل ۱). صدای ضبط‌شده صنعتی (صدای کمپرسور) در تراز فشار صوت ۸۵ و ۹۰ دسی‌بل در فرکانس ۱۰۰۰ هرتز (شکل‌های ۲ و ۳) به وسیله بلندگویی که دارای توان ۸۰ وات بود و در یک مکان ثابت



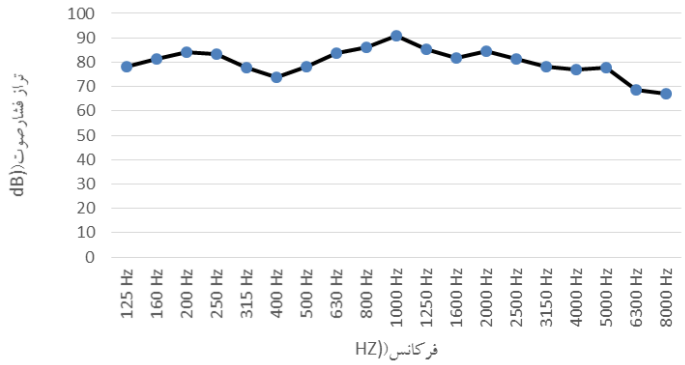
شکل ۱: منحنی آنالیز فرکانس میکروفون (تراز فشار صوت ۹۴ دسی‌بل در فرکانس ۱۰۰۰ هرتز)



شکل ۲: منحنی آنالیز فرکانس تراز فشار صوت پخش‌شده (۸۵ دسی‌بل)

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۳: منحنی آنالیز فرکانس تراز فشار صوت پخش‌شده (۹۰ دسی‌بل)

به دیوار و با فاصله دو متر از آزمودنی‌ها قرار داشت، پخش شد.

این تراز صدا توسط میکروفن دانمارکی بی اند کی به کارت پردازشگر صدا و نیز به سیستمی که نرم‌افزار LABVIEW بر روی آن نصب شده است، منتقل گردید (۱۵). لازم به ذکر است که این قسمت از مطالعه در آزمایشگاه صدا و ارتعاش دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی اصفهان انجام شد و با حذف صداهای مزاحم زمینه و محیطی، خطای احتمالی مانند افزایش تراز صدا و کاهش تمرکز شرکت‌کنندگان به صفر رسید. در این مطالعه به‌منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار SPSS 20 استفاده شد. همچنین برای توصیف هورمون نورآدرنالین در زمان‌های مختلف مواجهه با ترازها و فشار صوت ۸۵ و ۹۰ دسی‌بل از میانگین و انحراف معیار بهره گرفته شد و به‌منظور تحلیل داده‌ها از آزمون ناپارامتریک Fisher و Mann–Whitney استفاده گردید. شایان ذکر است که تمامی تحلیل‌ها در سطح خطای ۵ درصد انجام شدند.

یافته‌ها

پژوهش حاضر در ارتباط با ۱۰ نفر از دانشجویان دانشگاه علوم پزشکی اصفهان با میانگین سنی ۲۳/۲ و انحراف معیار ۲/۶ انجام شد. به لحاظ جنسیت، ۵۰ درصد از افراد مورد مطالعه زن و ۵۰ درصد مرد بودند. از نظر سطح تحصیلات نیز ۵۰ درصد دارای مدرک کارشناسی ارشد و ۵۰ درصد دارای مدرک کارشناسی بودند (جدول ۱). نتایج آزمون Mann–Whitney نشان داد که اختلاف معناداری در ترشح هورمون نورآدرنالین در دو گروه زن و مرد و افراد با مدارک کارشناسی و کارشناسی ارشد، قبل از مواجهه با تراز ۸۵ دسی‌بل (P=۰/۹۵)، پس از نیم ساعت مواجهه با تراز ۸۵ دسی‌بل (P=۰/۵۶)، بعد از یک ساعت مواجهه با تراز ۸۵ دسی‌بل (P=۱)، قبل از مواجهه با تراز ۹۰ دسی‌بل (P=۰/۸۴۱)، بعد از نیم ساعت مواجهه با تراز ۹۰ دسی‌بل (P=۰/۶۹۰) و بعد از یک ساعت مواجهه با تراز ۹۰ دسی‌بل (P=۱) وجود ندارد. نتایج آزمون Fisher نیز حاکی از آن بودند که اختلاف معناداری در میزان خستگی ذهنی در دو گروه زن و مرد و افراد با مدارک کارشناسی و کارشناسی ارشد، قبل از مواجهه با تراز ۸۵ دسی‌بل (P=۰/۳۶۲)، پس از نیم ساعت مواجهه با تراز ۸۵ دسی‌بل (P=۰/۲۶۷)، بعد از یک ساعت مواجهه با تراز ۸۵ دسی‌بل (P=۰/۲۵۵)، قبل از مواجهه با تراز ۹۰ دسی‌بل (P=۰/۴۶۹)، بعد از نیم ساعت مواجهه با تراز ۹۰ دسی‌بل (P=۰/۴۴۶) و پس از یک ساعت مواجهه با تراز ۹۰ دسی‌بل (P=۰/۳۷۷) وجود ندارد (جدول ۲). علاوه‌براین، نتایج آزمون Mann–Whitney نشان از آن داشتند که متغیر سن در دو تراز ۸۵ و ۹۰ دسی‌بل اختلاف معناداری ندارد (P=۱). نتایج آزمون Fisher نیز بیانگر آن بودند که جنسیت و سطح تحصیلات در دو تراز ۸۵ و ۹۰ دسی‌بل، اختلاف معناداری با یکدیگر ندارند (P=۱) (جدول ۳). در جدول ۴ میانگین درجه خستگی ذهنی و ترشح هورمون نورآدرنالین در زمان‌های مختلف مواجهه با ترازهای فشار صوت ۸۵ و ۹۰ دسی‌بل نشان داده شده است. از سوی دیگر، نتایج آزمون Wilcoxon (جدول ۵) نشان می‌دهند که صرفاً بین میزان ترشح هورمون نورآدرنالین طی نیم ساعت مواجهه با تراز فشار صوت ۹۰ دسی‌بل و یک ساعت مواجهه با همین تراز اختلاف معناداری وجود دارد (P=۰/۰۳۷) و در سایر زمان‌های مواجهه که عبارت است از: قبل و بعد از نیم ساعت مواجهه با تراز ۸۵ دسی‌بل (P=۰/۸۷۸)، قبل و بعد از یک ساعت مواجهه با تراز ۸۵ دسی‌بل (P=۰/۱۱۴)، بعد از نیم و یک ساعت مواجهه با تراز ۸۵ دسی‌بل (P=۰/۰۷۴)، قبل و بعد از نیم ساعت مواجهه با تراز ۹۰ دسی‌بل (P=۰/۳۸۶) و قبل و بعد از یک ساعت مواجهه با تراز ۹۰ دسی‌بل (P=۰/۶۴۶) اختلاف معناداری وجود ندارد. همچنین این نتایج نشان دادند که در در ارتباط با متغیر خستگی ذهنی، قبل و بعد از نیم ساعت مواجهه با تراز ۸۵ دسی‌بل

جدول ۱: میانگین سن، درصد تحصیلات و جنسیت در دو تراز ۸۵ و ۹۰ دسی‌بل

متغیر	تراز ۸۵ دسی‌بل
میانگین سن	۲۳/۲
درصد تحصیلات	۵۰ درصد کارشناسی- ۵۰ درصد کارشناسی ارشد
درصد جنسیت	۵۰ درصد مرد- ۵۰ درصد زن

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲: نتایج آزمون Mann–Whitney و Fisher برای ترشح هورمون نورآدرنالین و خستگی ذهنی در دو گروه زن و مرد و آزمودنی‌های با مدارک کارشناسی و کارشناسی ارشد

زمان مواجهه	خستگی ذهنی در دو گروه زن و مرد (آزمون Fisher)	هورمون نورآدرنالین در دو گروه زن و مرد (Mann–Whitney)
قبل از مواجهه با تراز ۸۵ دسی‌بل	(P=۰/۳۶۲)	(P=۰/۹۵)
بعد از نیم ساعت مواجهه با تراز ۸۵ دسی‌بل	(P=۰/۲۶۷)	(P=۰/۵۶)
بعد از یک ساعت مواجهه با تراز ۸۵ دسی‌بل	(P=۰/۲۵۵)	(P=۱)
قبل از مواجهه با تراز ۹۰ دسی‌بل	(P=۰/۴۶۹)	(P=۰/۸۴۱)
بعد از نیم ساعت مواجهه با تراز ۹۰ دسی‌بل	(P=۰/۴۴۶)	(P=۰/۶۹۰)
بعد از یک ساعت مواجهه با تراز ۹۰ دسی‌بل	(P=۰/۳۷۷)	(P=۱)

جدول ۳: نتایج آزمون Fisher و Mann–Whitney برای متغیرهای سن، تحصیلات و جنس در دو تراز ۸۵ و ۹۰ دسی‌بل

متغیر	نوع آزمون	سطح معناداری
جنس	Fisher	۱
تحصیلات	Fisher	۱
سن	Mann–Whitney	۱

جدول ۴: میانگین درجه خستگی ذهنی و ترشح هورمون نورآدرنالین در زمان‌های مختلف مواجهه با ترازهای فشار صوت ۸۵ و ۹۰ دسی‌بل

زمان‌های مواجهه	میانگین نمره خستگی ذهنی	میانگین هورمون نورآدرنالین (پیکوگرم بر میلی‌لیتر)
قبل از مواجهه با تراز ۸۵ دسی‌بل	۰/۹±۱/۱۰	۱۴۵/۱۹±۴۴/۱۲
نیم ساعت پس از مواجهه با تراز ۸۵ دسی‌بل	۴/۲±۱/۶۸۶	۱۴۵/۱۹۶±۴۶/۱۳۹
یک ساعت بعد از مواجهه با تراز ۸۵ دسی‌بل	۵/۹±۱/۵۲۳	۱۱۷/۵۸±۳۸/۱۶۴
قبل از مواجهه با تراز ۹۰ دسی‌بل	۱/۲±۱/۳۹۸	۱۳۱/۱۶±۴۱/۸۰۷
نیم ساعت بعد از مواجهه با تراز ۹۰ دسی‌بل	۲/۴±۱/۳۶	۱۵۳/۸۵±۵۴/۶۰۰
یک ساعت بعد از مواجهه با تراز ۹۰ دسی‌بل	۶/۷±۲/۲۱۳	۱۱۸/۷۲±۵۳/۲۷۲

جدول ۵: نتایج آزمون Wilcoxon برای خستگی ذهنی و ترشح هورمون نورآدرنالین در زمان‌های مختلف مواجهه با ترازهای فشار صوت ۸۵ و ۹۰ دسی‌بل

شرایط مواجهه	خستگی ذهنی	هورمون نورآدرنالین (پیکوگرم بر میلی‌لیتر)
قبل و بعد از نیم ساعت مواجهه با تراز ۸۵ دسی‌بل	P=۰/۰۰۴	P=۰/۸۷۸
قبل و بعد از یک ساعت مواجهه با تراز ۸۵ دسی‌بل	P=۰/۰۰۵	P=۰/۱۱۴
بعد از نیم و یک ساعت مواجهه با تراز ۸۵ دسی‌بل	P=۰/۰۱۷	P=۰/۰۷۴
قبل و بعد از نیم ساعت مواجهه با تراز ۹۰ دسی‌بل	P=۰/۰۰۷	P=۰/۳۸۶
قبل و بعد از یک ساعت مواجهه با تراز ۹۰ دسی‌بل	P=۰/۰۰۵	P=۰/۶۴۶
بعد از نیم و یک ساعت مواجهه با تراز ۹۰ دسی‌بل	P=۰/۰۰۷	P=۰/۰۳۷
قبل از مواجهه با تراز ۹۰ و ۸۵ دسی‌بل	P=۰/۳۳۴	P=۰/۹۵۹
بعد از نیم ساعت مواجهه با تراز ۹۰ و ۸۵ دسی‌بل	P=۰/۶۷۰	P=۰/۵۷۵
بعد از یک ساعت مواجهه با تراز ۹۰ و ۸۵ دسی‌بل	P=۰/۱۰۵	P=۰/۹۵۹

(P=۰/۰۰۴)، قبل و بعد از یک ساعت مواجهه با تراز ۸۵ دسی‌بل (P=۰/۰۰۵)، بعد از نیم و یک ساعت مواجهه با تراز ۸۵ دسی‌بل (P=۰/۰۱۷)، قبل و بعد از نیم ساعت مواجهه با تراز ۹۰ دسی‌بل (P=۰/۰۰۷)، قبل و بعد از یک ساعت مواجهه با تراز ۹۰ دسی‌بل (P=۰/۰۰۵) و بعد از نیم و یک ساعت مواجهه با تراز ۹۰ دسی‌بل (P=۰/۰۰۷) اختلاف معناداری وجود دارد.

علاوه‌براین، نتایج آزمون Friedman (جدول ۶) حاکی از آن هستند که بین میزان خستگی ذهنی، قبل، بعد از نیم ساعت و بعد از یک ساعت مواجهه با تراز فشار صوت ۸۵ و ۹۰ دسی‌بل اختلاف معناداری وجود دارد (P=۰/۰۰۰)؛ اما اختلاف معناداری در ترشح هورمون نورآدرنالین در قبل، بعد از نیم ساعت و بعد از یک ساعت مواجهه با تراز های ۸۵ و۹۰ دسی بل وجود ندارد.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۶: نتایج آزمون Friedman برای خستگی ذهنی و ترشح هورمون نورآدرنالین در زمان‌های مختلف مواجهه با ترازهای فشار صوتی ۸۵ و ۹۰ دسی‌بل

	قبل از مواجهه با تراز ۸۵ دسی‌بل بعد از نیم ساعت مواجهه با تراز ۸۵ دسی‌بل بعد از یک ساعت مواجهه با تراز ۸۵ دسی‌بل	قبل از مواجهه با تراز ۹۰ دسی‌بل بعد از نیم ساعت مواجهه با تراز ۸۵ دسی‌بل بعد از یک ساعت مواجهه با تراز ۸۵ دسی‌بل
خستگی ذهنی	P=۰/۰۰۰	P=۰/۰۰۰
هورمون نورآدرنالین	P=۰/۴۹۷	P=۰/۴۶۷

بحث

نتایج پژوهش حاضر نشان دادند که اختلاف معناداری در میزان ترشح هورمون نورآدرنالین در دو گروه زن و مرد و آزمودنی‌های با مدرک کارشناسی و کارشناسی ارشد وجود ندارد. خستگی ذهنی نیز در گروه‌های مذکور اختلاف معناداری نداشت. بر مبنای نتایج می‌توان گفت که سن، جنس و سطح تحصیلات در دو تراز ۸۵ و ۹۰ دسی‌بل با یکدیگر اختلاف معناداری ندارند و در دو تراز ثابت هستند؛ بنابراین، تأثیری بر ترشح هورمون نورآدرنالین و خستگی ذهنی در ترازهای مذکور نداشتند و تنها عامل زمان مواجهه و تراز فشار صوت در این پژوهش به‌عنوان متغیر محسوب شد. در رابطه با عامل زمان مواجهه، نتایج نشان دادند که هورمون نورآدرنالین قبل و بعد از نیم ساعت مواجهه، قبل و بعد از یک ساعت مواجهه و بعد از نیم و یک ساعت مواجهه با صدای ۸۵ دسی‌بل تغییر محسوسی نداشته است. همچنین در تراز ۹۰ دسی‌بل، میزان ترشح هورمون نورآدرنالین در مدت‌زمان نیم ساعت، بیشتر از یک ساعت مواجهه با تراز ۹۰ دسی‌بل بود؛ اما مقدار هورمون، قبل و بعد از نیم ساعت و قبل و بعد از یک ساعت تغییر محسوسی نداشت؛ بنابراین نتایج ذکرشده نشان می‌دهند که افزایش زمان مواجهه از نیم ساعت به یک ساعت نمی‌تواند باعث افزایش ترشح هورمون نورآدرنالین شود. از سوی دیگر، با مقایسه مقدار هورمون در زمانی که افراد با ترازهای ۸۵ و۹۰ دسی‌بل مواجهه نداشتند و نیز هنگامی که نیم و یک ساعت با ترازهای ۸۵ و۹۰ دسی‌بل مواجهه بودند، این نتیجه حاصل شد که افزایش تراز فشار صوت از ۸۵ به ۹۰ دسی‌بل، تغییری در میزان ترشح هورمون نورآدرنالین ایجاد نمی‌کند. مطالعات پیشین نیز این موضوع را تأیید نموده‌اند؛ به‌عنوان مثال در مطالعه‌ای که توسط Ising و همکاران تحت عنوان "اثرات مواجهه مزمن و حاد با صدا" انجام شد، گزارش گردید که مواجهه کوتاه‌مدت با تراز ۹۰ تا ۱۰۰ دسی‌بل باعث افزایش هورمون نورآدرنالین و آدرنالین می‌شود؛ درصورتی که عادت‌کردن به صدا باعث می‌شود که افزایش تدریجی ترشح نورآدرنالین در مدت‌زمان طولانی در محیط کار ایجاد رخ دهد؛ از این رو در صنایعی که در آن‌ها صدا به‌عنوان یک عامل استرس‌زا محسوب می‌شود، افزایش زمان مواجهه با صدا و افزایش تراز فشار صوت از ۸۵ به ۹۰ دسی‌بل باعث افزایش ترشح نورآدرنالین نمی‌شود. از آنجایی که در تراز۹۰ دسی‌بل میزان ترشح نورآدرنالین در مدت‌زمان نیم ساعت بیشتر از یک ساعت مواجهه می‌باشد؛ بنابراین می‌توان چنین برداشت کرد که شاید طولانی‌شدن زمان مواجهه با صدا باعث شود که افراد به صدای محیط کار خود عادت کنند و صدا دیگر به‌عنوان عاملی استرس‌زا برای آن‌ها محسوب نشود.

از سوی دیگر، نتایج مطالعه Frank و همکاران در سال ۲۰۱۳ حاکی از آن بودند که افزایش تراز فشار صوت از ۳۰ به ۶۰ دسی‌بل، میزان ترشح هورمون استرس را افزایش می‌بخشد. همچنین نتایج مطالعه رحیمی مقدم نشان دادند که با کاهش صدا، میزان دفع هورمون‌های استرس به‌ویژه نورآدرنالین به میزان قابل‌توجهی کاهش می‌یابد. علاوه‌براین در مطالعه‌ای که در سال ۲۰۱۲ توسط Jahcklen و همکاران انجام شد، گزارش گردید که سطح هورمون استرس در طول صدای بالا در مقایسه با وضعیت صدای کم، بالاتر می‌باشد. این درحالی است که براساس نتایج پژوهش حاضر با افزایش صدا از ۸۵ به ۹۰ دسی‌بل، اختلاف معناداری در ترشح هورمون نورآدرنالین و خستگی ذهنی قبل، بعد از نیم ساعت و پس از یک ساعت مواجهه مشاهده نگردید.

نتایج مطالعه حاضر حاکی از آن بودند که خستگی ذهنی، قبل و بعد از نیم ساعت مواجهه با تراز ۸۵ دسی‌بل، قبل و بعد از یک ساعت مواجهه با تراز ۸۵ دسی‌بل، پس از نیم و یک ساعت مواجهه با تراز ۸۵ دسی‌بل، قبل و بعد از نیم ساعت مواجهه با تراز ۹۰ دسی‌بل، قبل و بعد از یک ساعت مواجهه با تراز۹۰ دسی‌بل و بعد از نیم و یک ساعت مواجهه با تراز ۹۰ دسی‌بل افزایش یافته است. نتایج ذکرشده گویای آن هستند که افزایش زمان مواجهه در ترازهای مذکور باعث افزایش خستگی ذهنی در افراد می‌شود؛ اما با مقایسه میزان خستگی ذهنی در زمان‌های قبل از مواجهه با تراز ۸۵ و۹۰ دسی‌بل، پس از نیم ساعت مواجهه با ترازهای ۸۵ و ۹۰ دسی‌بل و بعد از یک ساعت مواجهه با ترازهای ۸۵ و ۹۰ دسی‌بل متوجه می‌شویم که اختلاف معناداری در زمان‌های ذکرشده وجود ندارد؛ بنابراین می‌توان چنین برداشت کرد که افزایش تراز فشار صوت از ۸۵ به ۹۰ دسی‌بل باعث افزایش خستگی ذهنی در افراد نمی‌شود. در این راستا در مطالعه‌ای که با عنوان "بررسی میزان همخوانی نتایج اندازه‌گیری

www.SID.ir

Archive of SID

خستگی ذهنی با مقیاس VAS و دستگاه Flicker Fusion توسط شیرازه ارقامی و همکاران انجام شد، این نتایج حاصل گردید که خستگی ذهنی پس از انجام هریک از وظایف فکری نام‌برده، افزایش معناداری می‌یابد. این نتایج با یافته‌های پژوهش حاضر همخوانی دارد.

با توجه به نتایج پژوهش حاضر می‌توان چنین برداشت کرد که حدود مجازی که هم‌اکنون برای صدا استفاده می‌شود فقط مربوط به سیستم شنوایی است و قابلیت استفاده برای اثرات دیگر سر و صدا را ندارد. همچنین برای صنایعی که خطاهای انسانی در آن‌ها حایز اهمیت است و منجر به حوادث جانی و مالی می‌شود، مواجهه کوتاه‌مدت با تراز ۹۰ دسی‌بل بسیار مهم است؛ زیرا در این‌گونه صنایع، وقتی افراد تحت مواجهه کوتاه‌مدت با تراز ۹۰ دسی‌بل قرار می‌گیرند، ترشح هورمون‌های استرس افزایش می‌یابد و درنتیجه در معرض استرس قرار می‌گیرند و ممکن است تعداد خطاهای انسانی افراد بالاتر رود و منجر به بروز حوادث شود.

راه‌کارهای کاربردی: پیشنهاد می‌شود در صنایعی که مشاغلی در آن‌ها وجود دارند که نیاز به تمرکز و فعالیت ذهنی داشته و صدا برای آن‌ها به‌عنوان یک عامل زیان‌آور اصلی محسوب می‌شود، به‌منظور کاهش میزان خستگی ذهنی کارکنان، جلوگیری از ایجاد حوادث و افزایش بهره‌وری، کارایی و کیفیت محصولات، اقداماتی نظیر انجام آزمون‌های روان‌شناسی در بدو استخدام به‌منظور انتخاب کارگرانی که دارای سلامت روان باشند و نسبت به صدا حساسیت کمتری داشته باشند، جداسازی بخش‌های پر سر و صدای کارگاه از بخش‌هایی که نیاز به فعالیت ذهنی و تمرکز دارند، انجام اقدامات فنی- مهندسی مناسب برای کاهش صدای کارگاه اعم از کنترل صدا در منابع، استفاده از جاذب‌ها و عایق‌های صوتی، درنظرگرفتن برنامه کار استراحت، استفاده از وسایل حفاظت شنوایی و غیره صورت گیرد.

پیشنهاد می‌شود برای کاهش ترشح هورمون‌های استرس در صنایعی که افراد به‌صورت موقت با ترازهای فشار صوت بالا کار می‌کنند، فرایندها به‌گونه‌ای طراحی شوند که افراد در ساعات اولیه کاری با ترازهای فشار صوت کمتری (ترجیحاً کمتر از ۹۰ دسی‌بل) مواجه شوند. با توجه به نتایج این مطالعه در تراز فشار صوت ۹۰ دسی‌بل، میزان ترشح هورمون استرس در ساعات ابتدایی مواجهه (نیم ساعت) بالاتر از یک ساعت مواجهه می‌باشد؛ اما برای تراز ۸۵ دسی‌بل، تفاوتی در میزان ترشح هورمون قبل و بعد از نیم و یک ساعت مواجهه مشاهده نگردید.

علاوه‌براین در صنایع دارای عامل زیان‌آور صدا، برای کاهش ریسک ابتلا به بیماری‌های قلبی- عروقی، فشار خون و غیره علاوه بر کنترل مواجهه کارکنان با صدا که در بالا به آن اشاره شد، پیشنهاد می‌شود دیگر ریسک‌فاکتورهای استرس‌زای شغلی اعم از ابهام نقش، گرانباری نقش، کم‌باری نقش، ناسازگاری نقش، ریتم کار، تکرار کار، نوبت کاری، جو سازمانی، حجم کار زیاد، کم‌بودن ساعات استراحت، شیفت کاری طولانی، عدم امنیت شغلی و غیره کنترل گردد.

پیشنهادات

پیشنهاد می‌شود مطالعات مشابهی با تعداد بیشتری از افراد انجام شود (ترجیحاً کارگران صنایعی باشند که در معرض صدا قرار دارند). همچنین توصیه می‌گردد که مطالعات آتی در مورد دیگر هورمون‌های استرس نظیر کورتیزول بزاق، هورمون آدرنالین خون و یا ادرار انجام شوند. علاوه‌براین، می‌توان پژوهش حاضر را در مورد ترازهای فشار صوت دیگر نیز انجام داد. لازم به ذکر است که در پژوهش حاضر متغیرهای سن، جنس و سطح تحصیلات در دو تراز ۸۵ و ۹۰ دسی‌بل اختلاف معناداری با یکدیگر نداشتند؛ از این رو توصیه می‌شود که در پژوهش‌های بعدی از رده‌های مختلف سنی و سطوح مختلف تحصیلی برای انجام آزمایش استفاده شود و آزمایشات در دو گروه زن و مرد با یکدیگر مقایسه گردند.

محدودیت‌ها

مشخص‌نمودن افزایش زمان مواجهه با صدا از نیم ساعت به یک ساعت، تأثیر افزایش تراز فشار صوت از ۸۵ به ۹۰ دسی‌بل بر خستگی ذهنی، ترشح نورآدرنالین به دلیل ناکافی‌بودن نمونه‌ها، هزینه بالای تعیین مقدار هورمون نورآدرنالین در پلاسما و محدودبودن زمان مواجهه افراد با صدا به دلیل ماهیت زیان‌آوربودن آن مشکلاتی جدی هستند.

نتیجه‌گیری

براساس نتایج مطالعه حاضر مشاهده گردید که افزایش زمان مواجهه با صدا، تنها باعث افزایش میزان خستگی ذهنی شد؛ اما تغییری را در ترشح نورآدرنالین ایجاد نکرد. همچنین افزایش تراز فشار صوت از ۸۵ به ۹۰ دسی‌بل باعث افزایش میزان خستگی ذهنی و ترشح نورآدرنالین نشد؛ از این رو به نظر می‌رسد که در صنایع، افزایش زمان مواجهه نسبت به تراز فشار صوت در ایجاد خستگی ذهنی مهم‌تر می‌باشد.

تشکر و قدردانی

مطالعه حاضر برگرفته از پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته مهندسی بهداشت حرفه‌ای به شماره ۳۹۵۴۸۱ می‌باشد. بدین‌وسیله نویسندگان از کارکنان آزمایشگاه رسول اکرم (ص) تشکر و قدردانی می‌نمایند.

تضاد منافع

این پژوهش هیچ گونه تعارض منافع را برای نویسندگان به دنبال نداشته است.

www.SID.ir

Archive of SID

ملاحظات اخلاقی

پژوهش حاضر با کد IR.MUI.REC.1395.3.481 در کمیته اخلاق دانشگاه علوم پزشکی اصفهان به تصویب رسیده است. به کلیه شرکت‌کنندگان در مورد روند آزمایش آگاهی داده شد و رضایت آن‌ها کسب گردید. همچنین در انتخاب مدت‌زمان مواجهه حدود استاندارد مواجهه با صدا در نظر گرفته شد و سلیقه شخصی در انتخاب و تفسیر نتایج اعمال نشد و اطلاعات کاملا محرمانه نگه‌داری گردید.

حمایت مالی

این پژوهش از طرف کمیته تحقیقات دانشجویی دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی اصفهان حمایت مالی شد.

References

1. Ketabi D, Barkhordari A. Noise induced hearing loss among workers of an Iranian axial parts factory, 2009. Int J Occup Hyg 2010; 2(2): 69-73.
2. Gan WQ, Davies HW, Demers PA. Exposure to occupational noise and cardiovascular disease in the United States: the National Health and Nutrition Examination Survey 1999-2004. Occup Environ Med 2010; 68(3): 183-90.
3. Polajnar A, Herzog NV, Buchmeister B, Jevšnik S. Strains and stresses of workers caused by exposure to noise. Coll Antropol 2012; 36(3): 899-909.
4. Stokholm ZA. Occupational noise exposure, physiological stress, and cardiovascular health. Aarhus, Denmark: Aarhus University; 2014.
5. Li Z, Jiao K, Chen M, Wang C. Reducing the effects of driving fatigue with magnitopuncture stimulation. Accid Anal Prev 2004; 36: 501-5.
6. Wright RA, Stewart CC, Barnett BR. Mental fatigue influence on effort-relatedcardiovascular response extension across the regulatory (inhibitory)/non-regulatory performance dimension. Int J Psychophysiol 2008; 69(2): 127-33.
7. Jahncke H, Halin N. Performance, fatigue and stress in open-plan offices: the effects of noise and restoration on hearing impaired and normal hearing individuals. Noise Health 2012; 14(60): 260-72.
8. Lorist MM, Bezdan E, ten Caat M, Span MM, Roerdink JB, Maurits NM. The influence of mental fatigue and motivation on neural network dynamics; an EEG coherence study. Brain Res 2009; 1270: 95-106
9. Sancini A, Caciari T, Rosati M, Samperi I, Iannattone G, Massimi R, et al. Can noise cause high blood pressure? Occupational risk in paper industry. Clin Ter 2014; 165(4): e304-11.
10. Jahncke H, Halin N. Performance, fatigue and stress in open-plan offices: the effects of noise and restoration on hearing impaired and normal hearing individuals. Noise Health 2012; 14(60): 260-72.
11. Ghotbi MR, Khanjani N, Barkhordari A, Moghadam SR, Mozaffari A, Gozashti MH. Changes in urinary catecholamines in response to noise exposure in workers at Sarcheshmeh Copper Complex, Kerman, Iran. Environ Monitor Assess 2013; 185(11): 8809-14.
12. Andren L, Lindstedt G, Björkman M, Borg K, Hansson L. Effect of noise on blood pressure and 'stress' hormones. Clin Sci 1982; 62(2): 137-41
13. Ising H, Braun C. Acute and chronic endocrine effects of noise: review of the research conducted at the Institute for Water, Soil and Air Hygiene. Noise Health 2000; 2(7): 24.
14. Shankar H, Pesudovs K. Critical flicker fusiontest of potential vision. J Cataract Refract Surg 2007; 33: 231-9.
15. Ziayi Ghahnavieh N, Pourabdian S, Forouharmajd F. Protective earphones and human hearing system response to the received sound frequency signals. J Low Frequency Noise Vibrat Active Control 2018; 37(4): 1030-6.

www.SID.ir