Journal of Health and Safety at Work 2024; 14(2): 216-229

ORIGINAL RESEARCH PAPER

Investigation the Effect of High-Frequency Noise Exposure on Obesity, Food Intake, and Abdominal Visceral Fat in Adult Male Guinea Pigs

Iraj Alimohammadi[1], Athena Rafieepour[1], Leila Hosseini Shafiei[2], Mohammadreza Vafa[3], Nargess Moghadasi[1], Shahram Vosoughi[1], Jamileh Abolghasemi[4], Rana Ghasemi[1*]

[1]Occupational Health Research Center, School of Public Health, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran
[2]Water and Soil Deputy, Department of Environment, Tehran, Iran
[3]Department of Nutrition, School of Public Health, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran
[4]Department of Biostatistics, School of Public Health, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

Received: 14 - 5 - 2024 Accepted: 11 - 6 - 2024

ABSTRACT

Introduction: Obesity and overweight are major global health challenges. One of the bad effects of noise that has been recently expressed is the effect of noise on obesity. This study aimed to investigate the effect of high-frequency noise exposure on obesity, food intake, and abdominal visceral fat in adult male guinea pigs.

Material and Methods: The animals in this study were 24 adult male guinea pigs randomly divided into 3 groups (control and two case groups). Each case group was separately exposed to high- frequency white noise with sound pressure levels in 65 dB and 85 dB for 5 days per week in 30 days. The food intake was measured daily. The weight of animals was measured at the start and on days 6, 12, 18, 24, and at the end of exposure period. The abdominal visceral fat was extracted and weighted at the end of the study period. The data were assessed using SPSS V.22 software.

Results: ANOVA analysis showed that exposure to high-frequency noise at 65dB and 85dB had a significant effect on weight gain, food intake, and abdominal visceral fat weight (P-value< 0.05) which in the group exposed to the noise with 65 dB was more than other groups.

Conclusion: Based on this study, exposure to high-frequency noise may be an effective factor in obesity and increasing abdominal visceral fat. Further studies are needed to investigate the mechanism affecting weight status following noise exposure.

Keywords: *High frequency noise, Obesity, Abdominal visceral fat, Guinea pigs*

HOW TO CITE THIS ARTICLE

Alimohammadi I, Rafieepour A, Hosseini Shafiei L, Vafa M, Moghadasi N, Vosoughi S, Abolghasemi J, Ghasemi R. Investigation the effect of high-frequency noise exposure on obesity, food intake, and abdominal visceral fat in adult male guinea pigs. J Health Saf Work. 2024; 14(2): 216-229.

1. INTRODUCTION

Noise as a physical stressor causes high blood pressure, diabetes, hypothalamic–pituitary–adrenal (HPA) axis activation, sleep disorder, and other side effects. Several studies have addressed the subject of traffic noise and obesity. Some studies have pointed to a significant and positive relationship between exposure to traffic noise and weight gain, while in some others, no significant relationship has been obtained.

Today, the obesity epidemic is spreading around the world as a major health risk and results in a variety of diseases. Obesity and overweight are affected by various factors. There is a positive relationship between sleep and obesit. Sleep disorders due to stress increase hungriness and appetite via affecting leptin and ghrelin levels. Besides, activation of

* Corresponding Author Email: *qasemi.rana1989@gmail.com*

Copyright © 2024 The Authors.
Published by Tehran University of Medical Sciences

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/). Non-commercial uses of the work are permitted, provided the original work is properly cited.

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2024-12-22]

the hypothalamic-pituitary-adrenal (HPA) axis, followed by stress-induced cortisol releases, results in weight gain. Furthermore, a study in the United States showed that occupational noise exposure raised the probability of obesity and BMI in workers. The studies on the effect of noise in different frequencies and sound pressure levels on obesity, food intake, and abdominal visceral fat are very limited. Therefore, the effect of high-frequency noise at two noise pressure levels of 65 dB and 85dB on the occurrence of obesity in male guinea pigs was investigated.

2. MATERIAL AND METHODS

This is a laboratory study with the code of ethics IR.IUMS.REC1397.167. This study was conducted at the occupational Health Research Center of Iran University of Medical Sciences in 2020.

Animals

24 adult male guinea pigs with a weight range of 550-600 gr were housed individually in cages in a temperature-controlled room (24±1Celsius degrees). The standard 12-hour lighting cycle was set for animals (lights from 7:00 a.m. to 7:00 p.m. and dark in the opposite of this time). The duration of adaptation was one week. The animals were randomly assigned to two high-frequency noise exposure groups and one control group, each containing eight animals. In the HFN-65 group, seven animals remained after one rodent passed away. The exposure sound pressure level was set to 65 dB (HFN-65) for exposure group 1 and 85 dB (HFN-85) for exposure group 2. The procedures for testing on the animals followed the guidelines for the care and use of laboratory animals and were approved by the Ethics Committee of Iran University of Medical Sciences.

Noise Exposure

The control group had no exposure to noise. Animals in exposure groups were chronically exposed to different sound pressure levels (65 and 85 dB-A) of white noise for 8 hours a day, and 5 days a week for 30- day period. The noise was produced by Cool Edit Pro software and was played by one speaker at a distance of 35 on top of the cages. The calibrated sound level meter (Cell-440, England) was used to set sound pressure levels in the range of the study. The control group was protected from intervention noise exposure and saved in a different cage with the animal house noise level (uniform noise with ≤ 50 dB sound pressure level).

Food Intake and Weight Gain Measurement

The rodents were fed 70 gr commercial pellets every day (Top-Feed, Daily Pellet Model, Iran). The difference in food weight was considered as the amount of food intake of animals, which was measured in 24-hour periods. Every six days from the beginning of the study, the body weight of all animals was regularly measured. At the end of the study, the animals were anaesthetized using ketamine and xylazine based on each animal's body weight. Visceral fat of the animals' abdomen was extracted during surgery and immediately weighed by scale (GK-5000, d=0.01gr).

Analysis

Data were analyzed using SPSS software (version 22). A significance level of 0.05 was used for all statistical tests. Repeated Measures test and ANOVA analysis were used to determine the effect of High-frequency noise on weight gain, and food intake of animals and abdominal visceral fat weight, respectively. Bonferroni t-tests were used for comparisons of the weight and food intake of adult male guinea pigs.

3. RESULTS AND DISCUSSION

Repeated measure analysis showed the effect of exposure to high-frequency noise on weight gain and food intake. Table 1 showed that there was a significant difference ($P<0.05$) in weight and food intake between the control group and the intervention groups but the difference between the 85dB group and 65 dB is not significant ($P>0.05$). The average weight of animals in the HFN-65 dB exposed group was higher than the other two groups.

According to ANOVA analysis, there was a significant difference in the mean weight of visceral fat among three groups (Table 2, p-value < 0.05). The average weight of visceral fat in the exposure groups was significantly higher than the control group (p-value <0.05), but this difference was not significant between the two exposure groups. This study is one of the first to examine the impact of high-frequency noise on obesity, visceral fat, and food intake in adult male guinea pigs, to the best of our knowledge. The result of the present study showed that high-frequency noise exposure in sound pressure levels of 65 and 85 dB can affect weight gain, increased food intake, and increased abdominal visceral fat weight in the 30-day

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2024-12-22]

Table 1: Pairwise comparisons with Bonferroni correction on weight and food intake of adult male guinea pigs in 30 days exposure period

Value (gr)	Group		Mean difference	P-Value	95% confidence interval	
					Lower bound	Upper bound
weight	control	65 dB	-38.71*	0.000	-60.02	-17.41
		85 dB	-23.25*	0.024	-43.83	-2.67
	65 dB	control	38.71*	0.000	17.41	60.02
		85 dB	15.46	0.217	-5.83	36.77
	85 dB	control	23.25*	0.024	2.67	43.83
		65 dB	-15.46	0.217	-36.77	5.83
Food intake	control	65 dB	-81.81*	0.000	-119.70	-43.91
		85 dB	-78.27*	0.000	-114.88	-41.67
	65dB	control	81.81*	0.000	43.91	119.70
		85 dB	3.53	1.00	-34.36	41.42
	85dB	control	78.27*	0.000	41.67	114.88
		65 dB	-3.53	1.00	-41.42	34.36

Table 2: The relationship between high-frequency noise and abdominal visceral fat weight of adult male guinea pigs in 30 days exposure period

Group	Weight of abdominal Visceral Fat (gr)		ANOVA (F)	P-Value
	mean	SD		
control	3.25	0.72	12.36	0.000
65dB	5.36	1.71		
85dB	6.34	1.23		

exposure period in experimental groups compared to the control group.

There are not many clear mechanisms to explain the effect of noise on the increase of body weight and abdominal visceral fat, but the possible pathway of the effect of environmental noise on the rising cortisol levels may partially justify these findings. Abdominal obesity may be caused by the HPA axis's sustained activation under situations of chronic stress. Other studies have shown that a prolonged high level of cortisol in the body would result in a significant increase in food intake. Noise can reduce physical activity in people through lack of sleep and increased stress levels. Exposure to occupational noise during the day reduces the quality of night sleep in workers, which may be in terms of increased cortisol levels after work shifts.

Dzhambov et al. in 2017, was reported that road traffic noise decreased physical activity in youth. Hogenkamp et al. conducted a study on 16 young men and found that insufficient night sleep can lead to increased high plasma ghrelin levels. They were hungrier than the group who had a good night's sleep, and they also consumed more snacks. A human study reported there was a significant relationship between traffic noise exposure and body weight, and waist circumference increasing.

The study by Coborn et al. indicated that an increase in weight and food intake in male and female mice can be due to sleep deprivation by

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2024-12-22]

environmental noise. In other study, random street noise causes sleep loss, disruption in sleeping on time, too much food eating, and weight gain in rats.

According to a research by Cui et al. on rats, exposure to chronic noise levels of 100 dB for 4 hours per day for 30 days resulted in elevated blood glucose, liver triglycerides, and disruption of hepatic insulin synthesis. On the other hand, Ababzadeh et al. showed that chronic traffic noise exposure in rats can decrease TSH secretion. TSH is the thyroid hormone that decrement can lead to overweight. However, some published studies reported conflicting results and showed noise as a cause of weight loss in laboratory animals. These contrast results may be related to the type of noise, the duration of noise exposure, and the sex or species differences of animals. Therefore, the confirmation of these findings requires further studies.

4. CONCLUSIONS

At workplaces and environments, various noises with different frequencies and sound pressure levels are emitted from many sources, which can have adverse effects on the body. Based on the present study, High-frequency noise at 85 and 65 dB can cause weight gain, increased food intake, and abdominal visceral fat in adult male guinea pigs. Further experimental studies on the effects of high-frequency noise exposure on physiological parameters are recommended with the aim of preventing adverse health effects on humans.

ACKNOWLEDGMENT

The authors thank the Occupational Health Center and the Experimental and Comparative Studies Center of Iran University of Medical Sciences.

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare that there are no conflicts of interest regarding the publication of this manuscript.

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2024-12-22]

بررسی اثر مواجهه با صدای فرکانس بالا بر چاقی، مصرف غذا و چربی احشایی شکمی در خوکچه های هندی نر بالغ

ایرج علیمحمدی[۱]، آتنا رفیعی پور[۱]، لیلا حسینی شفیعی[۲]، محمدرضا وفا[۳]، نرگس مقدسی[۱]، شهرام وثوقی[۱]، جمیله ابوالقاسمی[۴]، رعنا قاسمی[۱*]

[۱]مرکز تحقیقات بهداشت کار، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران
[۲]دفتر آب و خاک، سازمان حفاظت از محیط زیست، تهران، ایران
[۳]گروه تغذیه، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران
[۴]گروه آمار زیستی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۲/۲۵، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۳/۲۲

چکیده

مقدمه: چاقی و اضافه وزن از چالش های مهم بهداشتی در سراسر جهان است. از این رو در مطالعه حاضر به بررسی تأثیر مواجهه با صدا فرکانس بالا بر بروز چاقی، مصرف غذا و وزن چربی احشایی شکمی در خوکچه های هندی پرداخته شد.

روش کار: ۲۴ خوکچه هندی نر بالغ در این مطالعه به طور تصادفی به ۳ گروه (کنترل و دو گروه مواجهه) تقسیم شدند. گروه های مواجهه به طور جداگانه در یک دوره ۳۰ روزه (به مدت ۸ ساعت در روز و ۵ روز در هفته) در مواجهه با صدای فرکانس بالا(۸۰۰۰ -۲۰۰۰ هرتز) با تراز فشار صوت ۶۵ یا ۸۵ دسی بل قرار گرفتند. میزان غذای دریافتی روزانه حیوانات ثبت شد. وزن بدن حیوانات در ۶ نوبت (آغاز مطالعه، هر ۶ روز یکبار و در پایان مواجهه) اندازه‌گیری شد. سپس حیوانات قربانی شده و وزن چربی احشایی شکمی آنها تعیین شد. داده ها با استفاده از نرم افزار SPSS V.22 و آزمون آماری ANOVA تحلیل گردید.

یافته ها: نتایج حاصل از این مطالعه، نشان داد که مواجهه با صدای فرکانس بالا در ترازهای فشار صوت ۶۵ و ۸۵ دسی بل، موجب افزایش وزن و افزایش میزان مصرف غذا می گردد (P-value<۰,۰۵) که در گروه مواجهه یافته باصدا ۶۵ دسی‌بل، بیشتر از سایر گروه‌ها بود. همچنین صدای فرکانس بالا تأثیر معنی‌داری بر روی افزایش وزن چربی احشایی شکمی در حیوانات مورد مطالعه داشت (P-value<۰,۰۵) که میانگین وزن چربی احشایی شکمی در گروه مواجهه یافته باصدا ۸۵ دسی‌بل، نسبت به سایر گروه ها، بالاتر بود. اختلاف معنی داری بین گروه مواجهه ۸۵ دسی بل و ۶۵ دسی بل در وزن، میزان مصرف غذا و چربی احشایی شکمی یافت نشد (P-value>۰,۰۵).

نتیجه گیری: نتایج مطالعه حاضر نشان داد که مواجهه با صدا در فرکانس های بالا می تواند یک عامل مستعد کننده برای چاقی و پرخوری باشد که منجر به تشدید تأثیر صدا بر بروز سایر پیامدهای سلامتی از جمله ناراحتی های قلبی و عروقی شود.

کلمات کلیدی: *صدا فرکانس بالا، چاقی، مصرف غذا، چربی احشایی شکمی، خوکچه هندی*

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول مکاتبه: qasemi.rana1989@gmail.com

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2024-12-22]

مقدمه

امروزه مواجهه با صدا به دلیل استفاده گسترده از ابزارها، ماشین آلات و تجهیزات در صنایع مختلف به طور قابل توجهی افزایش یافته است (۱). سر و صدا نوعی صدای محیطی ناخوشایند است که می تواند از نظر فیزیکی و فیزیولوژیکی به سلامت انسان آسیب برساند (۲). صدا به عنوان یک عامل استرس زای فیزیکی بر عملکرد مغز، سیستم قلبی عروقی و غدد درون ریز تأثیر می گذارد و می تواند باعث افزایش فشار خون، اختلال درخواب و سایر پیامدهای مؤثر بر سلامتی شود (۳). همچنین قرار گرفتن طولانی مدت در معرض صدا ممکن است که خطر ابتلا به دیابت را افزایش دهد (۴). صدا مسئول ۲۲درصد از بیماری های شغلی ایجاد شده در بین کارگران است(۵).

در سال های اخیر بررسی تأثیر مواجهه با صدا بر بروز چاقی مورد توجّه برخی محققین قرار گرفته است. در برخی مطالعات به بررسی اضافه وزن در افراد در معرض مواجهه با صدا ترافیکی (جاده ای، ریلی و هوایی) پرداخته شده است (۶-۸) و نتایج متناقضی (۸) به دست آمده است. همچنین در برخی از مطالعات حیوانی، نتایج متناقضی از تغییرات وزن بدن حیوانات به دلیل مواجهه با نویز به دست آمده است(۹-۱۱). مطالعه جلالی و همکاران در سال ۲۰۱۲، نشان داد که مواجهه شبانه با صدای ۹۰ تا ۱۲۰ دسی بل می تواند موجب کاهش وزن حیوانات در معرض مواجهه شود (۱۲). در یک مطالعه ی خودگزارش دهی در ایالات متحده نشان داده شد که مواجهه با صدای شغلی، احتمال چاقی و BMI را در کارگران افزایش می دهد (۱۳) که می تواند به علت ترشح کورتیزول و فعال شدن محور HPA باشد (۱۴).

چاقی به عنوان یک چالش بهداشتی مهم در سراسر جهان در حال گسترش است. زیرا باعث ایجاد انواع مختلفی از بیماری ها (۱۵) مانند فشار خون بالا، بیماری های قلبی-عروقی، کلیوی و غیره می شود و بار بیماری را در جامعه افزایش می‌دهد (۱۶). طبق تعریف سازمان جهانی بهداشت (WHO)، چاقی به عنوان «انباشته شدن غیرطبیعی یا بیش از حد چربی که خطری برای سلامتی ایجاد می‌کند» تعریف می‌شود (۱۷). بروز چاقی و اضافه وزن توسط عوامل مختلفی تحت تأثیر قرار می‌گیرد (۱۸). اختلال در خواب و استرس از جمله دلایل موثر بر چاقی معرفی شده‌اند (۱۹) که با تأثیر بر سطوح لپتین و گرلین (۲۰) و یا فعال شدن محور هیپوتالاموس-هیپوفیز-آدرنال (HPA) به دنبال ترشح کورتیزول ناشی از استرس منجر به افزایش وزن (۲۱) و تمایل به خوردن غذاهای پرچرب و شیرین می شوند (۲۲). علاوه بر این، ازطرف دیگر مواجهه با صدا یک عامل مؤثر بر اختلالات خواب و بیداری می‌باشد. در برخی مطالعات اشاره شده است که مواجهه با صدای ترافیک، خطر بی خوابی را با علائم دشواری در شروع خواب، ایجاد خواب منقطع و بیدار شدن در صبح زود افزایش می دهد (۲۳). مطالعه سیستماتیک یزدانی راد و همکاران در سال ۲۰۲۳ نشان داد که صدای شغلی می تواند بر خواب شاغلین در مشاغل مختلف تأثیر منفی بگذارد (۲۴). ماوانجی و همکارانش در سال ۲۰۱۳ عنوان کردند که محرومیت نسبی از خواب شبانه به دلیل صدای محیطی باعث افزایش مصرف غذا و وزن بدن در موش های مقاوم به چاقی می‌شود (۲۵).

علاوه بر شدت صدا، مدت زمان قرار گرفتن در معرض صدا و ماهیت صدا (مانند صدای مداوم، فرکانس پایین یا بالا و سایر ویژگی ها) (۲۶) و همچنین حساسیت فردی بر روی سلامت کارگران تاثیر می گذارد (۲۷). مؤسسه ملی ایمنی و بهداشت شغلی [۱۹۹۸]، برای ۸ ساعت کاری، حداکثر سطح صدای معادل را ۸۵ دسی بل (A) اعلام کرده است (۲۸). محدوده ایمن آکوستیک از ۵۵ تا ۶۵ دسی بل (A) است و از ۶۵ دسی بل، محدوده احتیاط صوتی شروع می شود (۲۹). صداهای با فرکانس و شدت بالا عامل اصلی استرس زا است که تأثیر منفی بر CNS و سیستم ایمنی، مورفولوژی و عملکرد اندام‌های خونساز (طحال، مغز استخوان، تیموس) و بافت همبند دارد (۳۰). صدا به عنوان یک استرسور فیزیکی بر احتمال بروز چاقی مؤثر شناخته شده است اما نتایج ضد و نقیضی از مطالعات انجام شده، به دست آمده است (۶، ۸، ۱۰، ۱۲). همچنین مطالعه ی حیوانی که به تاثیر صدا بر روی

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2024-12-22]

چربی احشایی شکمی پرداخته شود یافت نگردید. از این رو در این مطالعه حیوانی و تحت شرایط کنترل شده آزمایشگاهی به بررسی تأثیر صدای فرکانس بالا در بازه ۲۰۰۰ تا ۸۰۰۰ هرتز در دو سطح تراز فشار صوتی ۶۵ دسی بل و ۸۵ دسی بل بر بروز چاقی، مصرف غذا و چربی احشایی شکمی در خوکچه هندی نر بالغ پرداخته شد.

روش کار

حیوانات

بر اساس مطالعات قبلی (۳۱)، حداقل حجم نمونه در هر گروه ۸ نمونه تعیین شد.

$$n = \frac{\lambda}{\Delta}, \Delta = \frac{1}{\sigma^2}\sum_{i=1}^{k}(\mu_i - \bar{\mu})^2$$

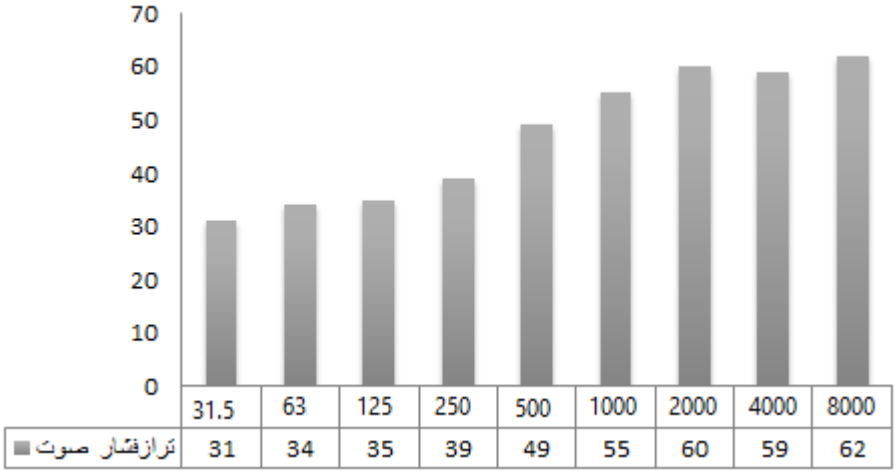
تعداد ۲۴ خوکچه هندی نر بالغ با محدوده وزنی ۵۵۰-۶۰۰ گرم از موسسه سرم و واکسن‌سازی رازی، خریداری شد. به دلیل شباهت های بسیار بین‌گونه خوکچه هندی و انسان (۳۲) مانند سیستم شنوایی مشابه (۳۳، ۳۴)، متابولیسم لیپوپروتئین (۳۵)، متابولیسم کلسترول و الکتروفیزیولوژی قلب مشابه به انسان (۳۶)، در این مطالعه، خوکچه هندی به عنوان حیوان مورد مطالعه انتخاب گردید و همچنین به دلیل اینکه، مردان به طور خاص به دلیل افزایش بیماری متابولیک و قلبی به عنوان یک جمعیت پرخطر شناخته شده‌اند، جنس نر انتخاب گردید (۳۷).

خوکچه ها به منظور سازگاری با محیط آزمایش، به مدت یک هفته در شرایط آزمایشگاهی و در اتاقک های طراحی شده نگهداری شدند. اتاقک آزمایش برای هر گروه در ۲ طبقه و ۴ قفس در هر طبقه طراحی شد که هر خوکچه به صورت جداگانه در هر قفس قرار می گرفت. دمای محیط در محدوده (۲۴±۱°C) کنترل شد. چرخه استاندارد نور ۱۲ ساعته نور از ۷:۰۰ صبح تا ۷:۰۰ بعد از ظهر و تاریکی در مقابل این زمان) برای حیوانات تنظیم شد. حیوانات به طور تصادفی به یک گروه کنترل و دو گروه مواجهه با صدا فرکانس بالا (۱. صدا فرکانس بالا با تراز فشار صوت ۶۵ دسی بل، HFN-65dB ۲. صدا فرکانس بالا با شدت ۸۵دسی بل HFN-85dB) با تعداد ۸ حیوان در هر گروه تقسیم شدند. به دلیل مرگ یک خوکچه از گروه HFN-65dB، در نهایت ۷ حیوان در این گروه باقی ماندند. خوکچه ها در شرایط آزمایش دارای دسترسی بدون محدودیت به سیستم آب بودند و روزانه با ۷۰ گرم پلت های روزانه (تاپ فید، ایران) تغذیه شدند. مطالعه پس از اخذ مجوز از کمیته اخلاق دانشگاه علوم پزشکی ایران با کد IR.IUMS.REC1397.167 آغاز شد و رعایت دستورالعمل های مراقبت و استفاده از حیوانات آزمایشگاهی (۳۸) در تمام مراحل آزمایش مورد توجّه قرار گرفت این مطالعه در مرکز مطالعات تجربی و مقایسه ای دانشگاه علوم پزشکی ایران انجام شد.

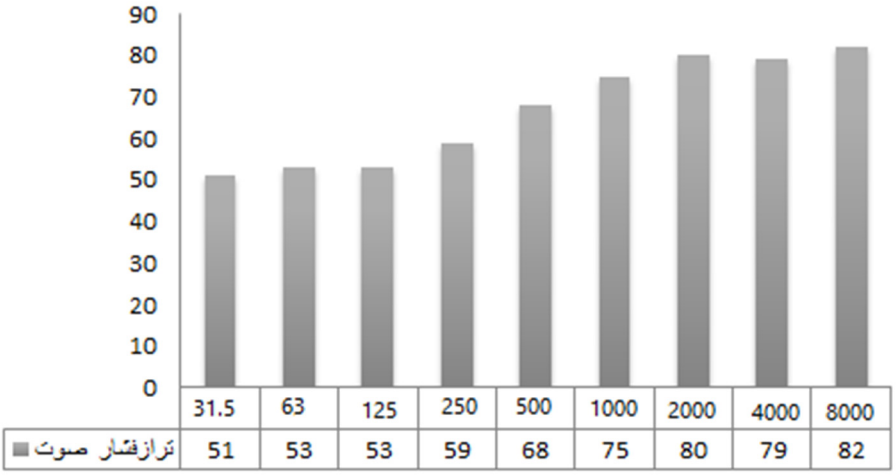
مواجهه با صدای فرکانس بالا

حیوانات در گروه های مواجهه، به مدت ۸ ساعت در روز و ۵ روز در هفته و به مدت ۳۰ روز در معرض صدای فرکانس بالا با بازه فرکانسی ۲۰۰۰ تا ۸۰۰۰ هرتز، با سطوح مختلف تراز فشار صوت ۶۵ و ۸۵ دسی بل قرار گرفتند. دلیل انتخاب این ترازهای فشار صوت این بود که طبق مقررات NOİSH، محدودیت صدای شغلی در صنعت برای ۸ ساعت کاری، ۸۵ دسی بل (A) است (۳۹). همچنین بر اساس ماده ۲ آیین نامه اجرایی نحوه پیشگیری از آلودگی صوتی در ایران، در حوزه تجاری-اداری، میانگین میزان صدا در روز (ساعت ۷ صبح تا ۱۰ شب)، ۶۵ دسی بل (A) است (۴۰). صدا توسط نرم افزار Cool Edit Pro تولید گردید و به کمک اکولایزر، مقدار فرکانس بالا در بازه ۲کیلو هرتز تا ۸ هزار هرتز تنظیم گردید و توسط یک بلندگو در فاصله ۳۵ سانتی متری در بالای قفس ها پخش می شد. مقدار صدای پخش شده در هر روز اندازه گیری گردید. میانگین ترازهای فشارصوت ۶۵ دسی بل و ۸۵ دسی بل در فرکانس‌های مرکزی یک اوکتاوباند در شکل ۱ و ۲ مشاهده می گردد. برای تنظیم تراز فشار صوت در ۶۵ و ۸۵ دسی بل از دستگاه ترازسنج کالیبره شده Casella (مدل: Cell-440، انگلستان)

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2024-12-22]



شکل ۱: میانگین تراز فشار صوت ۶۵ دسی بل در فرکانس های مرکزی یک اوکتاوباند در ۲۱ روز مواجهه با صدا (مدت زمان آزمایش:۳۰روز)



شکل ۲: میانگین تراز فشار صوت ۸۵ دسی بل در فرکانس های مرکزی یک اوکتاوباند در ۲۱ روز مواجهه با صدا (مدت زمان آزمایش:۳۰روز)

استفاده شد. گروه کنترل بدون مواجهه با صدا مطالعه و در شرایط مشابه آزمایشگاهی با گروه مواجهه نگهداری شدند.

اندازه‌گیری میزان مصرف غذا، سنجش وزن بدن و چربی احشایی شکمی

میزان دریافت غذا توسط حیوانات آزمایشگاهی مورد مطالعه در انتهای هر روز و از طریق تفاوت وزن اولیه و وزن نهایی غذای باقی مانده در قفس و با استفاده از ترازوی آزمایشگاهی با دقت ۰/۰۱ گرم (GK-5000) اندازه‌گیری شد. وزن بدن حیوانات در ۶ نوبت (آغاز مطالعه، فواصل شش روزه و پایان مواجهه) ثبت شد. در پایان مطالعه، حیوانات با استفاده از تزریق داروهای کتامین و زایلازین در دوز متناسب با وزن بدن بیهوش شدند و چربی احشایی شکم طی عمل جراحی استخراج و بلافاصله وزن سنجی شد. در تمام مراحل آزمایش از ترازوی آزمایشگاهی با دقت ۰/۰۱ گرم (GK-5000) برای توزین استفاده شد.

تجزیه و تحلیل

داده ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۲ و در

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2024-12-22]

سطح معنی داری ۰/۰۵ تجزیه و تحلیل شدند. برای تعیین تاثیر صدا با فرکانس بالا بر روی افزایش وزن و مصرف غذا از آزمون های اندازه گیری های مکرر استفاده شد. همچنین برای مقایسه وزن چربی احشایی شکم از آزمون ANOVA استفاده شد. برای مقایسه وزن و مصرف غذای خوکچه های هندی نر بالغ در ۳ گروه، از آزمونt بونفرونی استفاده شد.

یافته ها

تأثیر مواجهه با صدا فرکانس بالا (بازه ۲۰۰۰ تا ۸۰۰۰ هرتز) بر افزایش وزن و مصرف غذا با استفاده از آزمون اندازه گیری مکرر، نشان داد که میزان غذای دریافتی توسط سه گروه مطالعه در زمان انجام آزمون دارای افزایش خطی بوده است و بین گروه کنترل و گروه مداخله از نظر غذای دریافتی و وزن بدن تفاوت معنی داری وجود دارد (P-Value<۰/۰۵)، که این تفاوت بین گروه مواجهه ۸۵ دسی بل و ۶۵ دسی بل معنی داری نبود (P-Value>۰/۰۵) (جدول ۱). همچنین میانگین وزن حیوانات در گروه مواجهه HFN-65 dB بالاتر از دو گروه دیگر مشاهده شد. تجزیه و تحلیل ANOVA نشان داد که میانگین وزن چربی احشایی در گروه‌های مواجهه به طور معنای داری بیشتر از گروه کنترل بود (P-Value<۰/۰۵) امّا این اختلاف بین دو گروه مواجهه معنی‌دار نبود (جدول۲).

بحث

بر اساس مروری بر متون صورت گرفته، مطالعه حاضر به عنوان یکی از اولین پژوهش های صورت گرفته در زمینه تأثیر صدا بر وزن چربی احشایی شکمی در یک مطالعه حیوانی می باشد. در این مطالعه، بررسی اثر صدای فرکانس بالا بر روی چاقی، چربی احشایی شکمی و مصرف غذا در خوکچه‌های هندی نر بالغ انجام گرفت.

جدول ۱: مقایسه وزن و مصرف غذا توسط خوکچه های هندی نر بالغ مورد مطالعه

	گروه ها		اختلاف میانگین	P-Value	فاصله اطمینان ۹۵٪	
					کران پایین	کران بالا
وزن بدن (گرم)	گروه کنترل	HFN-65	-۳۸/۷۱*	۰/۰۰۰	-۶۰/۰۲	-۱۷/۴۱
		HFN85	-۲۳/۲۵*	۰/۰۲۴	-۴۳/۸۳	-۲/۶۷
	HFN-65	گروه کنترل	۳۸/۷۱*	۰/۰۰۰	۱۷/۴۱	۶۰/۰۲
		HFN85	۱۵/۴۶	۰/۲۱۷	-۵/۸۳	۳۶/۷۷
	HFN85	گروه کنترل	۲۳/۲۵*	۰/۰۲۴	۲/۶۷	۴۳/۸۳
		HFN-65	-۱۵/۴۶	۰/۲۱۷	-۳۶/۷۷	۵/۸۳
میزان مصرف غذا (گرم)	گروه کنترل	HFN-65	-۸۱/۸۱*	۰/۰۰۰	-۱۱۹/۷۰	-۴۳/۹۱
		HFN85	-۷۸/۲۷*	۰/۰۰۰	-۱۱۴/۸۸	-۴۱/۶۷
	HFN-65	گروه کنترل	۸۱/۸۱*	۰/۰۰۰	۴۳/۹۱	۱۱۹/۷۰
		HFN85	۳/۵۳	۱/۰۰	-۳۴/۳۶	۴۱/۴۲
	HFN85	گروه کنترل	۷۸/۲۷*	۰/۰۰۰	۴۱/۶۷	۱۱۴/۸۸
		HFN-65	-۳/۵۳	۱/۰۰	-۴۱/۴۲	۳۴/۳۶

*تفاوت در سطح معنی داری ۰/۰۵ است.

جدول ۲: مقایسه وزن چربی احشایی شکمی در خوکچه های هندی نر بالغ مورد مطالعه

گروه‌ها	وزن چربی احشایی شکمی (گرم)		ANOVA (F)	P-Value
	میانگین	SD		
گروه کنترل	۳/۲۵	۰/۷۲	۱۲/۳۶	۰/۰۰۰
HFN-65	۵/۳۶	۱/۷۱		
HFN85	۶/۳۴	۱/۲۳		

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2024-12-22]

نتایج این مطالعه نشان داد که مواجهه با صدا فرکانس بالا در بازه فرکانسی ۲۰۰۰ تا ۸۰۰۰ هرتز در ترازهای فشار صوتی ۶۵ و ۸۵ دسی بل می تواند بر افزایش وزن، افزایش مصرف غذا و افزایش وزن چربی احشایی شکمی خوکچه‌های هندی نر بالغ تاثیر بگذارد.

مکانیسم واضحی برای بیان اثر صدا بر افزایش وزن بدن و چربی احشایی وجود ندارد، امّا مسیر احتمالی اثر صدا محیطی بر افزایش سطوح کورتیزول ممکن است یافته‌های این مطالعه را توجیه کند (۴۱). فعالیت مداوم محور HPA در شرایط استرس مزمن ممکن است مسئول چاقی شکمی باشد (۴۲). مطالعات نشان می دهند که اگر سطح کورتیزول در بدن، برای مدت طولانی بالا باشد، مصرف غذاها به میزان قابل توجهی افزایش می یابد (۴۲، ۴۳). در یک مطالعه گزارش شده است که شنیدن موسیقی با صدای بلند می تواند عامل ایجاد هیجان و استرس باشد و بر تمایل افراد به خوردن غذاهای قندی و چرب برای کاهش سطح هیجان و استرس تأثیر بگذارد (۴۴). در چندین مطالعه، مواجهه با صدای ترافیک به عنوان عامل اختلال خواب شبانه معرفی شده است (۴۵، ۴۶) همچنین، صدا می تواند فعالیت بدنی افراد را از طریق کمبود خواب و افزایش سطح استرس کاهش دهد (۴۷، ۴۸). مواجهه افراد در محیط کار با صدا نیز خطر بی خوابی در شب را افزایش می دهد (۴۹) که ممکن است به دلیل افزایش سطح کورتیزول بعد از شیفت کاری باشد (۵۰). ترشح طولانی مدت کورتیزول به دلیل استرس دائمی می تواند عامل افزایش رسوب چربی در ناحیه شکم و تولید چربی احشایی باشد (۴۲).

Dzhambov و همکاران در سال ۲۰۱۷ گزارش کردند که صدای ترافیک جاده باعث کاهش فعالیت بدنی در جوانان می شود (۵۱). همچنین Hogen kamp و همکاران مطالعه‌ای بر روی ۱۶ مرد جوان انجام دادند و به این نتیجه رسیدند که خواب ناکافی در شب می تواند منجر به افزایش سطوح بالای گرلین پلاسما شود و این افراد در مقایسه با گروهی که خواب راحتی در شب داشتند، گرسنه تر بوده و تنقلات بیشتری مصرف می کردند (۵۲). یک مطالعه انسانی گزارش داد که ارتباط معنی داری بین مواجهه با صدا ترافیک و وزن بدن و افزایش دور کمر وجود دارد (۵۳).Huang Tao و همکاران، گزارش کردند که مواجهه با صدا محیطی بر بروز چاقی شکمی و هیپرگلیسمی تأثیر معنی داری دارد (۵۴). مطالعه حاضر نشان داد که مواجهه روزانه با صدای فرکانس بالا در بازه فرکانسی ۲۰۰۰ تا ۸۰۰۰ هرتز می تواند موجب افزایش میزان غذای دریافتی و افزایش وزن در خوکچه‌های هندی نر بالغ شود. مطالعه Coborn و Mavanji و همکاران‌شان در دو مطالعه مختلف، نشان دادند که افزایش وزن و دریافت غذا در رت‌های نر و ماده می تواند ناشی از کم خوابی ناشی از صداهای محیطی باشد (۲۵، ۵۵)، این در حالی است که در یک نتیجه‌گیری متضاد، Parrish و همکارانش گزارش کردند که مواجهه حاد با صدای محیط نمی تواند باعث افزایش مصرف غذا در موش ها شود، امّا با برهم زدن کیفیت خواب و کاهش فعالیت بدنی و انرژی مصرفی کل می تواند باعث افزایش وزن در موش ها شود (۵۶). به نظر می‌رسد که مواجهه روزانه با صدای فرکانس بالا در بازه فرکانسی ۲۰۰۰ تا ۸۰۰۰ هرتز از طریق مسیرهای عصبی و هورمونی می تواند موجب افزایش دریافت غذا و به دنبال آن افزایش وزن و افزایش تجمع چربی احشایی شکمی در خوکچه‌های هندی نر بالغ شود.

در مطالعه‌ای Cui و همکارانش بر روی موش ها گزارش شد که افزایش گلوکز خون،تری گلیسیرید کبد و اختلال در تولید انسولین کبدی از پیامدهای مواجهه مزمن با صدا دارای تراز فشار صوت ۱۰۰ دسی‌بل است (۵۷). از سوی دیگر، اباب زاده و همکاران نشان دادند که مواجهه مزمن با صدا ترافیک در موش ها می تواند ترشح هورمون تیروئید (TSH) را کاهش دهد (۵۸). TSH هورمون تیروئیدی است که کاهش آن می تواند منجر به اضافه وزن شود (۵۹). با این حال، برخی از مطالعات منتشر شده نیز نتایج متناقضی را گزارش کردند و صدا را به عنوان علت کاهش وزن در حیوانات آزمایشگاهی نشان دادند (۶۰ ، ۶۱). این نتایج متضاد در مطالعات

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2024-12-22]

مختلف و با مطالعه حاضر، ممکن است به نوع صدا، مدت زمان مواجهه و تفاوت‌های جنسیتی یا گونه‌ای حیوانات مرتبط باشد. بنابراین تایید این یافته ها مستلزم مطالعات بیشتر است.

در مطالعه حاضر فرضیه تأثیر ویژگی های صدا بر چاقی و عوامل مرتبط با آن، مورد آزمون قرار گرفت که از محدودیت های آن می توان به تفاوت در فیزیولوژی و متابولیسم بین خوکچه هندی و انسان اشاره کرد که ممکن است بر میزان تعمیم پذیری یافته ها تأثیرگذار باشد، همچنین مطالعه با حجم نمونه نسبتاً کوچکی از حیوانات آزمایشگاهی انجام شد که توصیه می شود به منظور تقویت نتایج در مطالعات آتی در جمعیت بزرگتری انجام گردد. همچنین اجرای مطالعه در بازه زمانی ۳۰ روزه به دلیل محدودیت های اجرای طرح می تواند اثرات سازگاری در مواجهه مزمن با صدا را تحت تأثیر قرار دهد. از این رو توصیه می گردد که در مطالعات اینده به بررسی تأثیر سایر ویژگی های صدا بر بروز چاقی و پرخوری در بازه های مطالعاتی طولانی تر پرداخته شود و تغییرات رفتاری حیوانات آزمایشگاهی در دوران مواجهه مطالعه گردد.

نتیجه گیری

مواجهه روزانه با صدای فرکانس بالا در ترازهای فشارصوت ۶۵ و ۸۵ دسی بل، می تواند یک عامل موثر بر چاقی، افزایش میزان مصرف غذا و افزایش چربی احشایی شکمی در خوکچه های هندی نر بالغ باشد. نتایج مطالعه حاضر نشان داد که مواجهه با صدا در فرکانس های بالا می‌تواند یک عامل مستعدکننده برای چاقی و پرخوری باشد که منجر به تشدید تأثیر صدا بر بروز سایر پیامدهای سلامتی از جمله ناراحتی های قلبی و عروقی شود. از این رو انجام مطالعات بیشتر برای درک ویژگی های مختلف صوت بر شدت القای چاقی ناشی از پرخوری و مکانیسم عمل آن به منظور ارائه اقدامات کنترلی مناسب در محیط‌های شغلی و حفظ سلامت کارکنان ضروری به نظر می رسد.

تشکر و قدردانی

نویسندگان از دانشگاه علوم پزشکی ایران و مرکز تحقیقات بهداشت کار و مرکز مطالعات تجربی و مقایسه ای دانشگاه علوم پزشکی ایران برای تأمین اعتبار مالی و فراهم اوردن امکان اجرای مطالعه در قالب طرح تحقیقاتی با کد IR.IUMS.REC1397.167 تشکر می نمایند.

تضاد منافع

نویسندگان اعلام می کنند که در مورد انتشار این مقاله هیچگونه تضاد منافعی وجود ندارد.

REFERENCES

1. Zare S, Nassiri P, Monazzam MR, Pourbakht A, Azam K, Golmohammadi T. Evaluation of the effects of occupational noise exposure on serum aldosterone and potassium among industrial workers. Noise Health. 2016;18(80):1
2. Ahmed S, Gadelmoula A. Industrial noise monitoring using noise mapping technique: a case study on a concrete block-making factory. Int J Environ Sci Technol. 2020;1-12
3. Atmaca E, Peker I, Altin A. Industrial noise and its effects on humans. Pol J Environ Stud. 2005;14(6)3
4. Wang H, Sun D, Wang B, Gao D, Zhou Y, Wang N, et al. Association between noise exposure and diabetes: meta-analysis. Environ Sci Pollut Res Int. 2020;27:36085-90.
5. Liu J, Zhu B, Xia Q, Ji X, Pan L, Bao Y, et al. The effects of occupational noise exposure on the cardiovascular system: A review. J Public Health Emerg. 2020;4.
6. Christensen JS, Raaschou-Nielsen O, Tjønneland A, Nordsborg RB, Jensen SS, Sørensen TI, et al. Long-term exposure to residential traffic noise and changes in body weight and waist circumference: a cohort study. Environ Res. 2015;143:154-61.
7. Foraster M, Eze IC, Vienneau D, Brink M, Cajochen C, Caviezel S, et al. Long-term transportation noise annoyance is associated with subsequent lower levels of

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2024-12-22]

physical activity. Environ Int. 2016;91:341-9.
8. Pyko A, Eriksson C, Lind T, Mitkovskaya N, Wallas A, Ögren M, et al. Long-term exposure to transportation noise in relation to development of obesity—a cohort study. Environ Health Perspect. 2017;125(11):117005.
9. Alario P, Gamallo A, Beato M, Trancho G. Body weight gain, food intake and adrenal development in chronic noise stressed rats. Physiol Behav. 1987;40(1):29-32.
10. Taban E, Mortazavi SB, Vosoughi S, Khavanin A. Investigating the effects of noise exposure on intensification of diabetes mellitus, serum glucose, cortisol level and body weight of the male mice. Arch Adv Biosci. 2016;7(4):11-20.
11. Michaud D, Miller S, Ferrarotto C, Keith S, Bowers W, Kumarathsan P, et al. Exposure to chronic noise and fractionated X-ray radiation elicits biochemical changes and disrupts body weight gain in rat. Int J Radiat Biol. 2005;81(4):299-307.
12. Jalali M, Saki G, Sarkaki AR, Karami K, Nasri S. Effect of noise stress on count, progressive and non-progressive sperm motility, body and genital organ weights of adult male rats. J Hum Reprod Sci. 2012;5(1):48-51.
13. Dzhambov AM, Dimitrova DD. Long-term self-reported exposure to occupational noise is associated with BMI-defined obesity in the US general population. Am J Ind Med. 2016;59(11):1009-19.
14. Daiber A, Kröller-Schön S, Frenis K, Oelze M, Kalinovic S, Vujacic-Mirski K, et al. Environmental noise induces the release of stress hormones and inflammatory signaling molecules leading to oxidative stress and vascular dysfunction—Signatures of the internal exposome. Biofactors. 2019;45(4):495-506.
15. Chooi YC, Ding C, Magkos F. The epidemiology of obesity. Metabolism. 2019;92:6-10.
16. Hall JE, do Carmo JM, da Silva AA, Wang Z, Hall ME. Obesity, kidney dysfunction and hypertension: mechanistic links. Nat Rev Nephrol. 2019;15(6):367-85.
17. Blüher M. Obesity: global epidemiology and pathogenesis. Nat Rev Endocrinol. 2019;15(5):288-98.
18. Tomiyama AJ. Stress and obesity. Annu Rev Psychol. 2019;70:703-18.
19. Beccuti G, Pannain S. Sleep and obesity. Curr Opin Clin Nutr Metab Care. 2011;14(4):402.
20. Spiegel K, Tasali E, Penev P, Cauter EV. Brief communication: sleep curtailment in healthy young men is associated with decreased leptin levels, elevated ghrelin levels, and increased hunger and appetite. Ann Intern Med. 2004;141(11):846-50.
21. Rutters F, La Fleur S, Lemmens S, Born J, Martens M, Adam T. The hypothalamic-pituitary-adrenal axis, obesity, and chronic stress exposure: foods and HPA axis. Curr Obes Rep. 2012;1:199-207.
22. Briançon-Marjollet A, Weiszenstein M, Henri M, Thomas A, Godin-Ribuot D, Polak J. The impact of sleep disorders on glucose metabolism: endocrine and molecular mechanisms. Diabetol Metab Syndr. 2015;7(1):1-16.
23. Janson E, Johannessen A, Holm M, Franklin K, Holst GJ, Gislason T, et al. Insomnia associated with traffic noise and proximity to traffic—a cross-sectional study of the Respiratory Health in Northern Europe III population. J Clin Sleep Med. 2020;16(4):545-52.
24. Yazdanirad S, Khoshakhlagh AH, Al Sulaie S, Drake CL, Emerson W. The effects of occupational noise on sleep: a systematic review. Sleep Med Rev. 2023:101846.
25. Mavanji V, Teske JA, Billington CJ, Kotz CM. Partial sleep deprivation by environmental noise increases food intake and body weight in obesity-resistant rats. Obesity (Silver Spring). 2013;21(7):1396-405.
26. Prashanth KVM, Venugopalachar S. The possible influence of noise frequency components on the health of exposed industrial workers-A review. Noise Health. 2011;13(50):16-25.
27. Mucci N, Traversini V, Lulli LG, Vimercati L, Rapisarda V, Galea RP, et al. Neurobehavioral alterations in occupational noise exposure: a systematic review. Sustainability. 2021;13(21):12224.
28. Sheppard A, Ralli M, Gilardi A, Salvi R. Occupational noise: Auditory and non-auditory consequences. Int J Environ Res Public Health. 2020;17(23):8963.
29. Golmohammadi R, Darvishi E, Motlagh MS, Faradmal J, Aliabadi M, Rodrigues MA. Prediction of occupational exposure limits for noise-induced non-auditory effects. Appl Ergon. 2022;99:103641.
30. Onishchenko G, Nikolayeva N, Rakitskii V, Ilnitskaya A, Filin A, Korolev A, et al. Comprehensive study of health effects of plasma technology occupational environment: Exposure to high frequency and intensity noise and toxic gases. Environ Res. 2023;216:114691.
31. Shahneh A, Barforoosh H, Miraei-Ashtiani S, Nik-

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2024-12-22]

Khah A. Effect of dexamethasone on growth rate, feed conversion ratio and body composition in guinea pigs. 2001.
32. Kaiser S, Krüger C, Sachser N. The guinea pig. The UFAW handbook on the care and management of laboratory and other research animals. 2024:465-83.
33. de Vasconcelos CAC, Schiavoni MCL, Hyppolito MA, Marques Jr W. Morphological and morphometric study of the superior vestibular nerve trunk in guinea pigs. Anat Rec (Hoboken). 2023;306(8):2044-51.
34. Naert G, Pasdelou M-P, Le Prell CG. Use of the guinea pig in studies on the development and prevention of acquired sensorineural hearing loss, with an emphasis on noise. J Acoust Soc Am. 2019;146(5):3743-69.
35. Collantes HH, Ramos JN, Vargas-Rocha L, Pajares ST. Effect of three feed rations on lipid profile and productive parameters in guinea pigs (Cavia porcellus). 2022.
36. Tomasova L, Maksymiuk K, Chabowski D, Samborowska E, Ufnal M. Mice, Rats and Guinea Pigs Exhibit Significant Variations in the Plasma, Urine and Tissue Levels of Taurine, Betaine, Sarcosine and Other Osmolyte-Active Amino Acids. Discov Med. 2023;35(177):492-502.
37. Chang E, Varghese M, Singer K. Gender and sex differences in adipose tissue. Curr Diab Rep. 2018;18:1-10.
38. Jones-Bolin S. Guidelines for the care and use of laboratory animals in biomedical research. Curr Protoc Pharmacol. 2012;59(1):A. 4B. 1-A. 4B. 9.
39. Health NIfOSa. Understand Noise Exposure. 2023.
40. IEPO. Iranian Environmental Protection Organization Law and Regulation. IRAN-EP0 Press Tehran; 2005.
41. Eriksson C, Hilding A, Pyko A, Bluhm G, Pershagen G, Östenson C-G. Long-term aircraft noise exposure and body mass index, waist circumference, and type 2 diabetes: a prospective study. Environ Health Perspect. 2014;122(7):687-94.
42. Björntorp P. Do stress reactions cause abdominal obesity and comorbidities? Obes Rev. 2001;2(2):73-86.
43. Groesz LM, McCoy S, Carl J, Saslow L, Stewart J, Adler N, et al. What is eating you? Stress and the drive to eat. Appetite. 2012;58(2):717-21.
44. Biswas D, Lund K, Szocs C. Sounds like a healthy retail atmospheric strategy: effects of ambient music and background noise on food sales. J Acad Mark Sci. 2019;47:37-55.
45. Billings ME, Hale L, Johnson DA. Physical and social environment relationship with sleep health and disorders. Chest. 2020;157(5):1304-12.
46. Pyko A, Eriksson C, Oftedal B, Hilding A, Östenson C-G, Krog NH, et al. Exposure to traffic noise and markers of obesity. Occup Environ Med. 2015;72(8):594-601.
47. Roswall N, Raaschou-Nielsen O, Jensen SS, Tjønneland A, Sørensen M. Long-term exposure to residential railway and road traffic noise and risk for diabetes in a Danish cohort. Environ Res. 2018;160:292-7.
48. Sakhvidi MJZ, Sakhvidi FZ, Mehrparvar AH, Foraster M, Dadvand P. Association between noise exposure and diabetes: a systematic review and meta-analysis. Environ Res. 2018;166:647-57.
49. Nari F, Kim YK, Kang SH, Park E-C, Jang S-I. Association between Occupational Noise and Vibration Exposure and Insomnia among Workers in Korea. Life (Basel). 2020;10(4):46.
50. Lin C-Y, Tsai P-J, Lin K-Y, Chen C-Y, Chung L-H, Wu J-L, et al. Will daytime occupational noise exposures induce nighttime sleep disturbance? Sleep Med. 2018;50:87-96.
51. Dzhambov A, Tilov B, Markevych I, Dimitrova D. Residential road traffic noise and general mental health in youth: The role of noise annoyance, neighborhood restorative quality, physical activity, and social cohesion as potential mediators. Environ Int. 2017;109:1-9.
52. Hogenkamp PS, Nilsson E, Nilsson VC, Chapman CD, Vogel H, Lundberg LS, et al. Acute sleep deprivation increases portion size and affects food choice in young men. Psychoneuroendocrinology. 2013;38(9):1668-74.
53. Christensen JS, Raaschou-Nielsen O, Tjønneland A, Overvad K, Nordsborg RB, Ketzel M, et al. Road traffic and railway noise exposures and adiposity in adults: a cross-sectional analysis of the Danish diet, cancer, and health cohort. Environ Health Perspect. 2016;124(3):329-35.
54. Huang T, Chan T-C, Huang Y-J, Pan W-C. The Association between Noise Exposure and Metabolic Syndrome: A Longitudinal Cohort Study in Taiwan. Int J Environ Res Public Health. 2020;17(12):4236.
55. Coborn JE, Lessie RE, Sinton CM, Rance NE, Perez-Leighton CE, Teske JA. Noise-induced sleep disruption increases weight gain and decreases energy metabolism in female rats. Int J Obes (Lond). 2019;43(9):1759-68.

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2024-12-22]

56. Parrish JB, Teske JA. Acute partial sleep deprivation due to environmental noise increases weight gain by reducing energy expenditure in rodents. Obesity (Silver Spring). 2017;25(1):141-6.
57. Cui B, Gai Z, She X, Wang R, Xi Z. Effects of chronic noise on glucose metabolism and gut microbiota–host inflammatory homeostasis in rats. Sci Rep. 2016;6(1):36693.
58. Ababzadeh S, Razavinia F-S, Eslami Farsani M, Sharifimoghadam S, Moslehi A, Faghani D. Effect of short-term and long-term traffic noise exposure on the thyroid gland in adult rats: a sexual dimorphic study. Horm Mol Biol Clin Investig. 2020;42(1):29-35.
59. Babić Leko M, Gunjača I, Pleić N, Zemunik T. Environmental factors affecting thyroid-stimulating hormone and thyroid hormone levels. Int J Mol Sci. 2021;22(12):6521.
60. Zymantiene J, Zelvyte R, Pampariene I, Aniuliene A, Juodziukyniene N, Kantautaite J, et al. Effects of long-term construction noise on health of adult female Wistar rats. Pol J Vet Sci. 2017.
61. Jáuregui-Huerta F, García-Estrada J, Ruvalcaba-Delgadillo Y, Trujillo X, Huerta M, Feria-Velasco A, et al. Chronic exposure of juvenile rats to environmental noise impairs hippocampal cell proliferation in adulthood. Noise Health. 2011;13(53):286.

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2024-12-22]