Journal of Ergonomics | ISSN: 1735-1960

Experimental Study of the Level of Manual Performance Disability Caused by Exposure to Hand-Arm Vibration Among Automobile Casting Workers

Azar Soltani[1], Mohsen Aliabadi[*2], Rostam Golmohammadi[3], Magid Motamedzade [3]

1. MSc Student, Department of Occupational Hygiene, School of Public Health, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran
2. Center of Excellence for Occupational Health, Occupational Health and Safety Research Center, School of Public Health, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran
3. Center of Excellence for Occupational Health, Research Center for Health Sciences, School of Public Health, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran

Article Info

Original Article

Received: 12 June 2018
Accepted: 13 July 2018
Published Online 13 July 2018

DOI: 10.30699/jergon.6.1.40

Use your device to scan and read the article online

Corresponding Information

Mohsen Aliabadi
Center of Excellence for Occupational Health, Occupational Health and Safety Research Center, School of Public Health, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran
E-mail:
mohsen.aliabadi@umsha.ac.ir

Abstract

Background: Exposure to hand-arm vibration is one of the most common physical harmful factors. The purpose of this study was Experimental study of the level of manual performance disability caused by exposure to hand-arm vibration among automobile casting workers.

Methods: This study was performed on 53 casting workers as case group and 28 controls as control group. The measurement of the vibration of the worker's arms and hands was carried out in accordance with the ISO 5349 standard. The level of manual performance disability was evaluated using skeletal-muscular, sensory-neural and vascular tests. Also, a questionnaire was used for the level of disability of the arm, shoulder and hand DASH. Data were analyzed using SPSS16.

Results: The 8-hour vibration exposure was 8.33 m / s^2 (4.49), which exceeded the permissible level. Skill and dexterity, fingers and grip strength of the dominant hand in the case group were decreased by 4%, 13.3% and 11%, respectively (P<0.05). The regeneration time of the dominant hand in the case group was 41.2% higher than the control group (P<0.05). Sensory-neurological complications increased in the case group compared to the control group, however, it was not statistically significant. The DASH score in the case group was 10.7 (13.4) and the control group was 4.1 (5.1).

Conclusion: Hand-arm manual performance disability in workers exposed to vibration decreased from 4% to 14%, which confirmed the DASH score. In addition, workers showed a higher level of vascular complications compared with sensory-neurological complications.

Keywords: Hand-arm vibration, Manual performance disability, Casting worker

Copyright © 2018, Journal of Ergonomics. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-noncommercial 4.0 International License which permits copy and redistribute the material just in noncommercial usages, provided the original work is properly cited

How to Cite This Article:

Soltani A, Aliabadi M, Golmohammadi R, Motamedzade M. Experimental Study of the Level of Manual Performance Disability Caused by Exposure to Hand-Arm Vibration Among Automobile Casting Workers. J Ergon. 2018; 6 (1): 40-49

Archive of SID

www.SID.ir

مجلهٔ ارگونومی ـ ۱۹۶۰-۱۷۳۵ـ سال ۶، شماره ۱، بهار ۱۳۹۷

مقالهٔ پژوهشی

بررسی تجربی سطح ناتوانی عملکرد دستی ناشی از مواجهه با ارتعاش دست ـ بازو در کارگران شاغل در یک صنعت ریخته‌گری

آذر سلطانی[۱]، محسن علی آبادی*[۲]، رستم گل‌محمدی[۳]، مجید معتمدزاده[۳]

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکدهٔ بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران
۲. قطب علمی مهندسی بهداشت حرفه‌ای، مرکز تحقیقات بهداشت و ایمنی شغلی، دانشکدهٔ بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران
۳. قطب علمی مهندسی بهداشت حرفه‌ای، مرکز تحقیقات علوم بهداشتی، دانشکدهٔ بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران

اطلاعات مقاله

تاریخ وصول: ۱۳۹۷/۰۳/۲۲
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۴/۲۲
انتشار آنلاین: ۱۳۹۷/۰۴/۲۲

نویسندهٔ مسئول :

محسن علی آبادی

قطب علمی مهندسی بهداشت حرفه‌ای، مرکز تحقیقات بهداشت و ایمنی شغلی، دانشکدهٔ بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران

پست الکترونیک:

Mohsen.aliabadi@umsha.ac.ir

چکیده

زمینه و هدف: مواجهه با ارتعاش دست ـ بازو از جمله عوامل زیان‌آور فیزیکی رایج است. هدف از این مطالعه بررسی تجربی سطح ناتوانی عملکرد دستی ناشی از مواجهه با ارتعاش دست ـ بازو در کارگران شاغل در یک صنعت ریخته‌گری است.

روش‌کار: مطالعهٔ حاضر روی ۵۳ نفر از کارگران ریخته‌گری به‌عنوان گروه مورد و ۲۸ نفر به‌عنوان گروه کنترل انجام شد. اندازه‌گیری ارتعاش دست ـ بازو شاغلین براساس استاندارد ISO ۵۳۴۹ صورت گرفت. سطح ناتوانی عملکرد دستی با استفاده از آزمون‌های اسکلتی ـ عضلانی، حسی ـ عصبی و عروقی بررسی شد. همچنین پرسش‌نامهٔ کمّی سطح ناتوانی بازو، شانه و دست DASH استفاده شد. برای تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار SPSS نسخهٔ ۱۶ استفاده شد.

یافته‌ها: میزان ارتعاش معادل ۸ ساعتهٔ مواجههٔ کارگران m/s^2 ۸/۷۳ (۴/۴۹) بود که بیش از حد مجاز است. مهارت و چابکی، قدرت‌گرفتن انگشتان و قدرت چنگش دست غالب در گروه مورد نسبت به گروه کنترل به‌ترتیب ۴٪، ۱۳/۳٪ و ۱۱٪ کاهش یافت ($P < ۰/۰۵$). مدت‌زمان احیای دمای دست غالب در گروه مورد نسبت به گروه کنترل ۴۱/۲٪ افزایش یافت ($P < ۰/۰۵$). عوارض حسی ـ عصبی در گروه مورد نسبت به گروه کنترل افزایش نشان داد با این حال از لحاظ آماری معنی‌دار نبود. امتیاز DASH در گروه مورد ۱۰/۷ (۱۳/۴) و گروه کنترل ۴/۱ (۵/۱) بود.

نتیجه‌گیری: عملکردهای فیزیکی دستی در شاغلین در مواجهه با ارتعاش بین ۴٪ الی ۱۴٪ کاهش یافت که سطح امتیاز DASH هم تأییدکنندهٔ این موضوع بود. علاوه بر این شاغلین سطح عوارض عروقی بیشتری در مقایسه با عوارض حسی ـ عصبی نشان دادند.

واژه‌های کلیدی: مواجههٔ شغلی ارتعاش دست و بازو، ناتوانی عملکرد دستی، کارگر ریخته‌گری

مقدمه

ارتعاش دست ـ بازو به‌دلیل استفاده از ابزارهای الکتریکی گردان مثل: دریل، سنگ‌های سمباده، ابزارهای مختلف برش، سنگ فرز دستی، انواع موتورهای درون‌سوز، ابزارهای بادی، وسایل‌نقلیه و نیز دستگاه‌هایی که قسمت‌های متحرک دارند از جمله ریسک فاکتورهای فیزیکی رایج محیط کار است [۳ – ۱]. ارتعاش یک حرکت نوسانی حول نقطهٔ تعادل است و یکی از عوامل همراه با صدا در محیط‌های صنعتی است. ارتعاش برخی مواقع تشدیدکنندهٔ صدا و حتی علت ایجاد یا منبع تولید صدا نیز می‌تواند باشد. آنچه که در ارتباط بین ارتعاش اجسام در محیط و انسان (از نظر بهداشتی) اهمیت بسیار دارد این است که انرژی امواج ارتعاشی در تماس مستقیم با اعضا و اندام‌ها می‌تواند در محدودیت‌های مخاطره‌آمیز باشد [۴]. پاسخ انسان به ارتعاش به‌صورت یک موضوع چندرشته‌ای شامل زیست‌شناسی، روان‌شناسی، بیومکانیک و مهندسی است [۵].

در ایالات متحده بیش از یک میلیون نفر در معرض ارتعاش دست ـ بازو هستند [۶]. تخمین زده شده است که در اروپا از هر ۴ نفر کارگر ۱ نفر در معرض ارتعاش دست ـ بازو هستند و ۱۷ درصد از کارگران علائم سندرم ارتعاش دست ـ بازو را دارند [۷]. داده‌های اپیدمیولوژیکی مربوط به مواجههٔ ارتعاش دست ـ بازو در دسترس نشان می‌دهد که ۱/۷-۵/۸ درصد از کارگران ایالت متحده کانادا و کشورهای اروپایی در مواجهه شغلی ارتعاش دست ـ بازو هستند [۸].

Archive of SID
www.SID.ir

طبق ششمین ممیزی شرایط کاری در اروپا ۲۰/۰۳ درصد از کارگران اروپا با ارتعاش بیش از حد مجاز برای حداقل یک ربع ساعت مواجهه داشتند [۹]. طبق نتایج ممیزی شرایط کاری در اروپا مواجههٔ نیروی کار با ارتعاش بین ۱۴ تا ۳۴ درصد است [۱۰]. قرارگرفتن در معرض ارتعاش دست ـ بازو در صنایع کشور شایع است و ۷ درصد از شاغلین در معرض ارتعاش دست ـ بازو هستند [۱۱].

نتایج مطالعات نشان می‌دهد که اثرات مواجهه با ارتعاش انسانی شامل اختلالات اسکلتی ـ عضلانی (عوارض دیسک بین‌مهره‌ای، ضعف ماهیچه‌ای، کاهش قدرت چنگش، درد در قسمت تحتانی پشت)، اختلالات گوارشی، اختلالات بینایی و شنوایی و اختلال سیستم عصبی (پاراسیتزی، سوزن‌سوزن شدن انگشتان دست، کاهش حس لامسه، تحمل‌نکردن سرما و گرما، اختلال خواب، سردرد، سرگیجه)، تشدید اختلالات قلبی‌وعروقی (انقباض عروق خارجی، اختلال اندوتلیال، تغییرپذیری ضربان قلب، سکتهٔ قلبی)، اختلالات فیزیولوژیکی (تغییر خواص رئولوژیکی خون، کلسترول، تری‌گلیسیرید، فشارخون، دیابت نوع دوم) است [۱۱-۱۷]. مطالعات انجام‌شده همچنین نشان می‌دهند که مواجههٔ طولانی‌مدت دست و بازو با ارتعاش چرخهٔ طبیعی سیستم عصبی و اسکلتی را برهم می‌زند و موجب سندرم ارتعاش دست و بازو HAVS می‌شود [۱۸]. همچنین نشان داده شد که مواجههٔ طولانی‌مدت با ارتعاش می‌تواند موجب تغییر عملکردی و کاهش توانایی انجام کار از سوی فرد شود [۱۹-۲۱].

ازاین‌رو هدف مطالعهٔ حاضر بررسی سطح ناتوانی عملکرد دستی ناشی از مواجهه با ارتعاش دست ـ بازو در کارگران شاغل در یک صنعت ریخته‌گری است. انتظار می‌رود خروجی مطالعه راهنمایی برای تعیین محدودهٔ مجاز مواجهه با ارتعاش دست ـ بازو در صنایع مختلف و راهنمایی برای انتخاب ابزار مناسب به‌منظور کنترل با توجه به عوامل تأثیرگذار محیط کار و تدوین دستورالعمل‌ها باشد.

مواد و روش‌ها

مطالعهٔ حاضر یک مطالعهٔ مقطعی از نوع توصیفی ـ تحلیلی است و ارزیابی‌ها از سوی محققین روی کارگران ریخته‌گری در شهر تهران انجام شد. روش نمونه‌گیری در این پژوهش به‌صورت تصادفی بود. تعداد نمونه‌ها از فرمول زیر به‌دست آمد:

$$n = \frac{(\sigma_1^2 + \sigma_2^2)\left(z_{1\frac{\alpha}{2}} + z_{1-\beta}\right)^2}{(\mu_1 - \mu_2)^2}$$

که در این فرمول ۱σ و ۲σ واریانس و ۱μ و ۲μ میانگین‌های حاصل‌شده از مطالعهٔ مشابه داخلی است. میزان اطمینان این آزمون ۹۵٪ و توان آزمون برابر ۸۰ درصد در نظر گرفته شده است. با توجه به فرمول بالا ۵۳ نفر از کارگران این صنعت به‌عنوان گروه مورد که با ابزار دستی مرتعش همچون فرز انگشتی، سنگ فرز، مته بادی، قلم بادی، سنگ ستونی، قلم و چکش کار می‌کردند (مطابق با شکل ۱) و ۲۸ نفر از کارگران به‌عنوان گروه شاهد با پوسچر مشابه گروه مورد که با ابزار دستی بدون ارتعاش همچون تمیزکاری قطعات با سیخ و رنگ‌کاری کار می‌کردند، مطالعه شدند.

شکل ۱. ابزار مرتعش استفاده‌شده در شرکت ریخته‌گری قطعات خودروی انتخابی در این مطالعه

در این مطالعه ارتعاش دست ـ بازو با توجه به ساعات مواجهه با ارتعاش از طریق دستگاه ارتعاش‌سنج SV ۱۰۶ Svantek مطابق با استاندارد ISO ۵۳۴۹ و در سه محور x, y و z اندازه‌گیری شد. ارزیابی ارتعاش از طریق مجموع شتاب وزنی که از ترکیب این سه محور حاصل می‌شد و از طریق رابطهٔ ۱ به‌دست آمده بود، صورت پذیرفت.

رابطهٔ ۱ :
$$a_{hw} = \sqrt{a_{hwx}^2 + a_{hwy}^2 + a_{hwz}^2}$$

رابطهٔ ۲:
$$A(8) = a_{hw}\sqrt{\frac{T}{T_0}}$$

Archive of SID

www.SID.ir

رابطهٔ ۱ برآیند شتاب ارتعاش است که در آن a_{hwx}، a_{hwy}، a_{hwz} ،میزان شتاب مؤثر برای محورهای مجزا است و رابطهٔ ۲ شتاب ارتعاش مواجههٔ ۸ ساعته است که T مجموع زمان مواجهه (hr) و T۰ زمان محدودشدهٔ مدنظر (۸ hr) است [۴].

داده‌های کیفی عوارض مواجهه با ارتعاش دست ـ بازو با استفاده از پرسش‌نامهٔ برگرفته از مؤسسهٔ تحقیقات صدا و ارتعاش دانشگاه ساوت‌هامپتون انگلیس ـ مؤسسهٔ طب کار دانشگاه تریسیته ایتالیا جمع‌آوری شد [۲۲]. این پرسش‌نامه شامل اطلاعات فردی، سوابق شغلی و مواجهه با ارتعاش، عوارض ارتعاش (عروقی، حسی ـ عصبی، اسکلتی ـ عضلانی) و سوابق پزشکی کارگر بود.

در این مطالعه از پرسش‌نامهٔ دیگری تحت‌عنوان DASH (The Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand) استفاده شد که سطح ناتوانی افراد در مواجهه با ارتعاش دست ـ بازو را تحت سنجش قرار می‌دهد. در این پرسش‌نامه سؤالاتی در رابطه با توانایی انجام فعالیت‌های خاص با دست از فرد پرسیده شد و با توجه به پاسخ‌های داده‌شده امتیازدهی صورت گرفت. این پرسش‌نامه ابتدا از سوی محقق ترجمه و سپس برای بررسی صحت روایی از سوی افراد صاحب‌نظر ارزیابی شد. برای بررسی روایی محتوایی پرسش‌نامه از دو ضریب روایی نسبی محتوا(Content Validity Ratio (CVR و شاخص روایی محتوا (Content Validity Index (CVI استفاده شد که به‌ترتیب ۰/۷۴ و ۰/۹ بود. به‌منظور ارزیابی پایایی (قابلیت اعتماد) پرسش‌نامه ضریب آلفای کرون باخ محاسبه شد که برابر ۰/۷۵ بود.

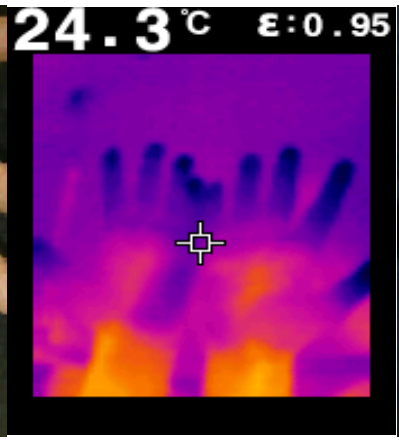
سطح عینی ناتوانی افراد در مواجهه با ارتعاش (اسکلتی ـ عضلانی، عروقی، عصبی) با استفاده از روش‌های استاندارد ذکرشده بررسی شد. اختلالات عروقی با توجه به استاندارد ISO ۱۴۸۳۵-۱ از طریق آزمون ساده‌ای که می‌تواند تأثیر ارتعاش و سرما را روی عروق دست‌ها مشخص کند، سنجیده شد. حساسیت و صحت این آزمون به‌ترتیب ۵۹ و ۱۰۰ درصد است [۲۳]. بدین منظور ابتدا درجهٔ حرارت انگشتان و کف دست از طریق ترموویژن مدل (FLIR TG۱۶۵) با دقت ۱/°C۵ ± یا ۱/۵٪ با محدودهٔ اندازه‌گیری ۲۵°C- تا ۳۸۰°C اندازه‌گیری شد (شکل۳). سپس دست‌ها در داخل باکس آب سرد ۱۲ درجه به‌مدت ۳ دقیقه قرار گرفت (شکل۲) و پس از گذشت مدت‌زمان معین بار دیگر درجهٔ حرارت انگشتان و کف دست به‌وسیلهٔ ترموویژن مطابق با شکل ۳ اندازه‌گیری شد.

آزمون حسی ـ عصبی به‌وسیلهٔ کیت مونوفیلامان با قابلیت اعتماد ۰/۶۲ تا ۰/۹۹ انجام گرفت [۲۴]. برای انجام این آزمون از مونوفیلامان‌ها با شماره‌های مختلف (۱/۶۵-۶/۶۵) که روی نقاط گوناگون دست‌ها قرار می‌گرفت، استفاده شد (شکل۴).

قدرت‌گرفتن (چنگش) انگشتان (Pinch Strength) و دستان (grip Strength)، مهارت و چابکی دستان (Skill and dexterity) از جمله آزمون‌های اسکلتی عضلانی انجام‌شده در این مطالعه بود.

قدرت چنگش انگشتان از طریق Pinch gauge با میزان نیرویی (کیلوگرم) که فرد با فشار دادن دکمهٔ تعبیه‌شده بر دستگاه اعمال می‌کرد، سنجیده شد (شکل ۵). حداکثر قدرت چنگش دستان با نیروسنج هیدرولیکی (hand dynometer مدل Jamar) سنجیده شد (شکل ۶). در این آزمون فرد آرنج خود را با زاویهٔ ۹۰ درجه روی سطح صاف قرار می‌دهد و در فواصل ۱۰ ثانیه‌ای با گرفتن دستهٔ نیروسنج حداکثر نیرو (کیلوگرم) را وارد می‌کند. مطالعات نشان داده‌اند نیروسنج هیدرولیکی Jamar استاندارد طلایی با قابلیت اعتماد نسبی خوب و عالی (ICC (Intra class correlation ۰/۹۰-۰/۹۵) (به‌منظور اندازه‌گیری قدرت چنگش دستان است[۲۵]. مهارت و چابکی دست از طریق Purdue Pegboard مدل A۳۲۰۲۰ با قابلیت اعتماد ۰/۷۶ تا ۰/۸۹ مشخص شد [۲۶]. صفحهٔ Purdue Pegboard تعدادی سوراخ دارد که فرد می‌بایست قطعات فلزی و واشرهایی را در سوراخ‌های مربوط به هریک قرار دهد و سپس با توجه به زمان انجام‌شدهٔ این کار، میزان مهارت و چابکی دست فرد مشخص شد.

شکل۲. آزمون سرما در آب ۱۲ درجه



شکل۳. تصویر گرفته‌شده با ترموویژن

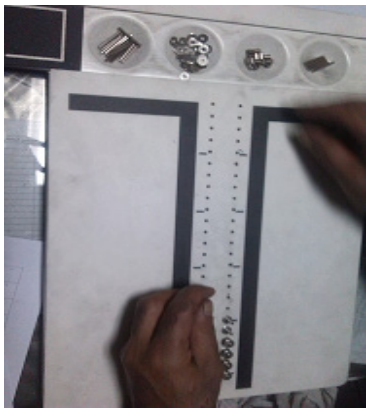
شکل۴. آزمون حسی ـ عصبی با استفاده از مونوفیلامان

Archive of SID

www.SID.ir

شکل۵. آزمون قدرت چنگش دستان

شکل۶. آزمون قدرت چنگش انگشتان



شکل۷. آزمون مهارت و چابکی انگشتان

یافته‌ها

در این مطالعه میانگین سنی (انحراف معیار) گروه مورد ۳۵ (۷/۶) و گروه شاهد ۳۸/۵ (۷/۲) سال و سابقهٔ استفاده از ابزار مرتعش در گروه مورد ۶ (۴/۶) سال بود. کارگران تحت مطالعه به‌طور میانگین ۸ الی ۹ ساعت در روز با ابزار مرتعش سروکار دارند. مقادیر شتاب ارتعاش اندازه‌گیری‌شده ابزارهای دستی بررسی‌شده در این مطالعه در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول۱. سطح مواجههٔ شغلی کارگران با ارتعاش دست ـ بازو شتاب ارتعاش معادل ۸ ساعته (m/s^2)

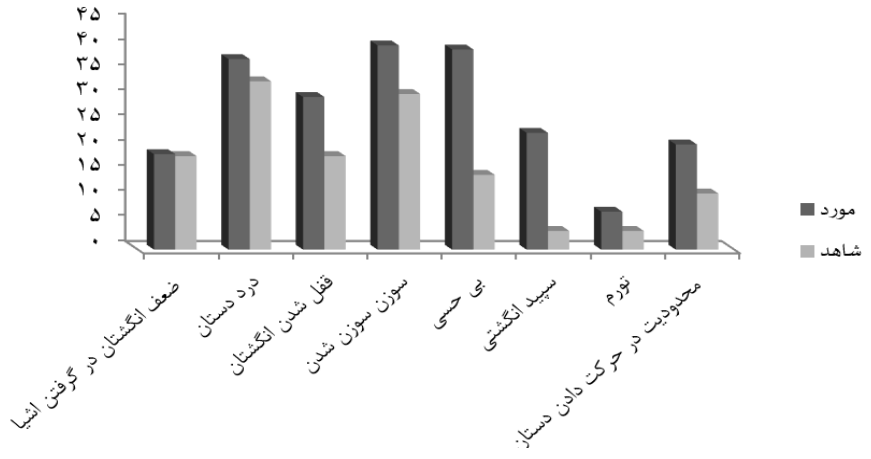
میانگین	انحراف‌معیار	حداقل	حداکثر
۸/۷۳	۴/۴۹	۲/۷۵	۱۶/۷۸

مقادیر میانگین شتاب ارتعاش در سه محور x ،y و z به‌ترتیب ۳/۶, ۵/۶ و۵/۴ متر بر مجذور ثانیه بود. میانگین شتاب ارتعاش در محور x کمتر از محورهای y وz بود. با توجه به آزمون‌های آماری انجام‌شده شتاب معادل ۸ ساعته مواجهه با ارتعاش دست و بازو در صنعت ریخته‌گری بالاتر از حد مجاز مواجههٔ کشوری (۲ متر بر مجذور ثانیه) قرار داشت [۴].

نتایج حاصل از داده‌های جمع‌آوری‌شده از پرسش‌نامهٔ مربوط به علائم مرتبط با بروز نشانگان ارتعاش دست و بازو درشکل ۸ ارائه شده است. درصد فراوانی علائم مرتبط با ارتعاش دست و بازو در شکل ۸ نشان می‌دهد که سوزن‌سوزن شدن و بی‌حسی بیشترین علائم و تورم کمترین علامت گزارش‌شده بین کارگران مواجهه‌شده با ارتعاش دست و بازو در این صنعت است و علائم عروقی (سپید انگشتی) کمتر از اختلالات اسکلتی ـ عضلانی است.

براساس نتایج به دست ضصآمده، در شاغلین در مواجهه، سن افرادی که علائم سوزنسوزن شدن (۳۵/۸ (۹/۳) سال) دارند، بیشتر از سن افراد بدون این علامت (۳۴/۵ (۶/۴)سال) است. میانگین شتاب ارتعاش ۸ ساعتهٔ افرادی که اظهار داشتند انگشتان آنها سوزن‌سوزن می‌شود (۱۰ m/s^2 (۴/۴)) بیشتر از میانگین شتاب ارتعاش ۸ ساعتهٔ افراد بدون این علامت (۷/۶ m/s^2 (۴/۲)) است. سابقهٔ استفاده از ابزار دستی مرتعش در افراد با علائم بی‌حسی و سوزن‌سوزن شدن انگشتان از افراد بدون این علائم بیشتر است. با این وجود همبستگی بین سن، میانگین شتاب ارتعاش ۸ ساعته و سابقهٔ استفاده از ابزار دستی با علائم حسی ـ عصبی (سوزن‌سوزن شدن و بی‌حسی) مشاهده نشد ($P>0/05$).

با توجه به نتایج نشان‌داده‌شده در شکل ۸ همهٔ علائم اختلالات ناشی از ارتعاش نظیر سپید انگشتی، سوزن‌سوزن



شکل ۸. علائم مرتبط با بروز نشانگان ارتعاش دست و باز

Archive of SID

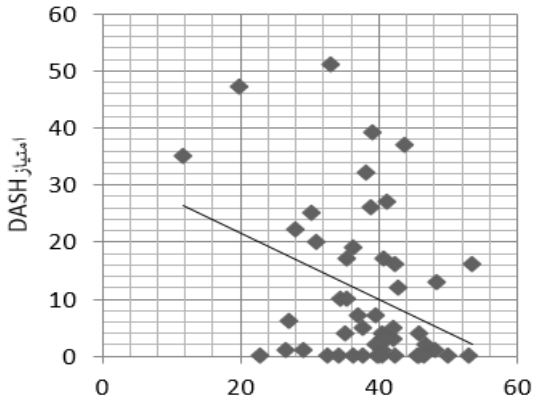
www.SID.ir

شدن، بی‌حسی، قفل‌شدن انگشتان، تورم، درد، ضعف انگشتان در گرفتن اشیا و محدودیت در حرکت‌دادن دست در گروه مورد بیش از گروه شاهد است.

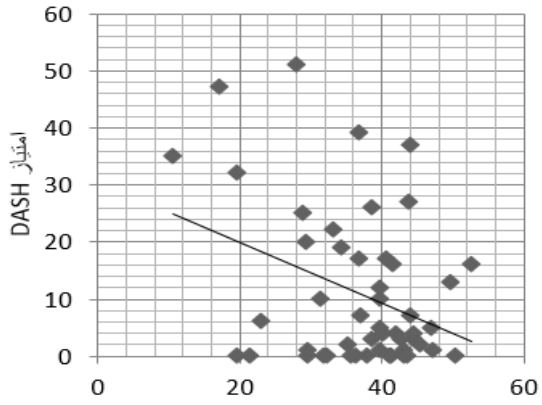
نتایج آزمون‌های آماری حاصل از پرسش‌نامهٔ DASH در جدول ۲ ارائه شده است. گروه مورد با توجه به امتیاز بالاتری که دارند در شرایط بدتری از لحاظ توانایی‌نداشتن بازو، شانه و دست در مقایسه با گروه شاهد قرار دارند.

در این مطالعه همبستگی امتیاز DASH و قدرت‌گرفتن دست غالب و غیرغالب در نرم‌افزارSPSS از طریق آزمون پیرسون بررسی و مشاهده شد بین قدرت‌گرفتن دست غالب (شکل ۹) و نیز دست مغلوب (شکل ۱۰) با امتیازDASH همبستگی وجود دارد ($P<0/05$) و ضریب همبستگی پیرسون برای دست غالب ۰/۳۴۸- و برای دست مغلوب ۰/۳۵۱-). قابل ذکر است که بین قدرت چنگش انگشتان و امتیاز DASH همبستگی مشاهده نشد ($P>0/05$).

با توجه به جدول ۳، میانگین قدرت‌گرفتن دست و نیز انگشتان در هر دو دست در گروه مورد نسبت به گروه شاهد کمتر بود. چابکی و مهارت هر دو دست غالب و غیرغالب در گروه مورد کاهش یافته بود. با توجه به آزمون‌های آماری بین میانگین قدرت گرفتن دست غالب و غیرغالب با امتیاز حاصل از پرسش‌نامه DASH در گروه مورد همبستگی وجود دارد ($P_v<0/05$)، بدین معنا که قدرت‌گرفتن دست با توانایی‌نداشتن بازو، شانه و دست رابطهٔ عکس دارد.



شکل۹. همبستگی بین قدرت چنگش دست غالب (کیلوگرم) و امتیاز DASH



شکل۱۰. همبستگی بین قدرت چنگش دست غیرغالب (کیلوگرم) و امتیاز DASH

جدول۲. نتایج حاصل از پرسش‌نامهٔ DASH

گروه‌ها	میانگین	انحراف‌معیار	حداقل	حداکثر
مورد	۱۰/۷	۱۳/۴	۰	۵۱
شاهد	۴/۱	۵/۱	۰	۱۶

جدول۳. مقایسهٔ میانگین نتایج آزمون‌های اسکلتی ـ عضلانی دست و بازو در دو گروه مورد و شاهد

آزمون‌ها	مورد	شاهد	p_{value}	(٪) شاهد/مورد
	میانگین (انحراف‌معیار)	میانگین (انحراف‌معیار)		
قدرت‌گرفتن دست غالب (kg)	(۸/۱) ۳۸/۳۵	(۷/۳) ۴۳/۱۰	۰/۰۱	۰/۸۹
قدرت‌گرفتن دست غیرغالب (kg)	(۹) ۳۷	(۸/۳) ۴۱/۶۴	۰/۰۳	۰/۸۹
قدرت انگشتان دست غالب (kg)	(۵/۶) ۱۹/۶۱	(۸/۳) ۲۲/۶۲	۰/۰۷	۰/۸۶
قدرت انگشتان دست غیرغالب (kg)	(۵/۲) ۱۸/۶۶	(۴/۴) ۲۱/۲۰	۰/۰۴	۰/۸۸
چابکی دست غالب (score)	(۱/۹) ۱۳/۶۹	(۲/۱) ۱۴/۲۱	۰/۲	۰/۹۶
چابکی دست غیرغالب (score)	(۱/۹) ۱۳/۵۶	(۲/۳) ۱۴/۲۱	۰/۱	۰/۹۵
چابکی هر دو دست به‌طور همزمان (score)	(۳/۹) ۱۹/۱۷	(۴) ۲۱/۷۵	۰/۰۰۷	۰/۸۸
مونتاژکردن (score)	(۱/۲) ۵/۵	(۱/۳) ۵/۸۵	۰/۲	۰/۹۴

Archive
www.SID.ir

آزمون‌های آماری T-Test نشان داد که افرادی که در پرسش‌نامه اظهار داشتند که در انگشتان خود سوزن‌سوزن شدن، بی‌حسی، قفل‌شدن انگشتان، تورم، درد، ضعف انگشتان در گرفتن اشیا و یا محدودیت در حرکت‌دادن دستان را تجربه کرده‌اند، نسبت به افراد سالم مهارت و چابکی انگشتان آنها در تست Pegboard نیز کمتر است. مقایسهٔ میانگین قدرت‌گرفتن دست و انگشتان افراد با علامت درد و افراد بدون این علامت در آزمون آماری T-Test نشان داد که افراد با علامت درد، قدرت چنگش کمتری در مقایسه با افراد بدون علامت درد دارند.

نتایج ارائه‌شده در جدول ۴ نشان می‌دهد که زمان احیای دمای سطحی دست غالب و غیرغالب در گروه مورد طولانی‌تر از گروه شاهد است. میانگین زمان احیای دمای دست غالب با توجه به اینکه افراد با دست غالب با ابزار دستی بیشتر کار می‌کنند در هر دو گروه مورد و شاهد از دست مغلوب بیشتر است. در گروه مورد بین افرادی که علائم سپید انگشتی دارند با نتایج حاصل از تست احیای دمای دستان ارتباط معناداری مشاهده نشد ($P>0/05$).

نتایج حاصل از تست مونوفیلامان ارائه‌شده در جدول ۵ حاکی از آن است که به‌طور میانگین در گروه مورد افراد شمارهٔ مونوفیلامان بالاتری را نسبت به گروه شاهد حس کردند و با توجه به تماس بیشتر دست غالب با ابزار مرتعش عوارض حسی ـ عصبی در این دست در گروه مورد بیشتر از دست غیرغالب بود. آزمون‌های آماری انجام‌شده برای بررسی ارتباط بین تست مونوفیلامان و افراد با علائم بی‌حسی در انگشتان و افراد بدون علائم نشان داد افرادی که علائم بی‌حسی داشتند، مونوفیلامان با شمارهٔ بالاتری را احساس کردند.مقایسهٔ افراد سیگاری با افراد غیرسیگاری در گروه مورد نشان داد که زمان احیای دمای هر دو دست افراد سیگاری طولانی‌تر، چابکی هر دو دست و مونتاژکردن ضعیف‌تر و اختلالات حسی ـ عصبی بیشتر است؛ اما قدرت‌گرفتن دست و انگشتان هر دو دست در افراد سیگاری بالاتر از افراد غیرسیگاری است.

جدول۴. مقایسهٔ میانگین نتایج آزمون عروقی دست و بازو در دو گروه مورد و شاهد

	مورد			شاهد			
	میانگین (انحراف‌معیار)	حداقل	حداکثر	میانگین (انحراف‌معیار)	حداقل	حداکثر	p_{value}
زمان احیای دمای پوست دست غالب (min)	۱۶/۵ ← (۱۰/۶)	۵	۵۸	۹/۷ ← (۲/۳)	۵	۱۵	۰/۰۰۵
زمان احیای دمای پوست دست غیرغالب (min)	۱۴/۶ ← (۱۰/۳)	۵	۵۶	۸/۵ ← (۳/۷)	۳	۱۵	۰/۰۱

جدول۵. مقایسهٔ میانگین نتایج آزمون مونوفیلامان دست و بازو در دو گروه مورد و شاهد

آزمون‌ها	مورد	شاهد	p_{value}
	میانگین (انحراف‌معیار)	میانگین (انحراف‌معیار)	
حسی ـ عصبی دست غالب	۲/۴۷ (۰/۸)	۲/۲۴ (۰/۶)	۰/۲
حسی ـ عصبی دست غیرغالب	۲/۳۶ (۰/۹)	۲/۰۳ (۰/۶)	۰/۱

بحث

هدف از این مطالعه بررسی سطح ناتوانی عملکرد دستی ناشی از مواجهه با ارتعاش دست ـ بازو در کارگران شاغل در یک صنعت ریخته‌گری است. نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که میزان مواجهه با ارتعاش بیش از حد مجاز مواجههٔ کشوری (۲ متر بر مجذور ثانیه) است و نیز نتایج نشان داد که افزایش سن و سابقهٔ کار موجب افزایش علائم مرتبط با ارتعاش می‌شود. در این مطالعه عوارض حسی ـ عصبی، عروقی، اسکلتی ـ عضلانی با استفاده از روش‌های ابزاری در دو گروه مورد و شاهد در دو دست غالب و غیرغالب بررسی شد که میزان عوارض در گروه مورد بیش از گروه شاهد است.

در مطالعهٔ انجام‌شده از سوی Poorabdian (۲۰۱۰) در رابطه با تأثیر دستگیرهٔ ضدارتعاش بر میزان ارتعاش تولیدشده از طریق دستگاه سنگ سمباده، نشان داده شد استفاده از دستکش ضدارتعاش و کاهش شتاب ارتعاش واردشده به دست و بازو موجب کاهش اختلالات عصبی و عروقی می‌شود [۲۷] که با مطالعهٔ حاضر همخوانی دارد و اختلالات عصبی و عروقی بررسی‌شده از سوی آزمون‌ها در گروه مورد بیش از گروه شاهد است.

نتایج حاصل از تست‌های عروقی مطالعات انجام‌شده از سوی Aliabadi (۲۰۱۷)، Griffin (۲۰۱۱) و نیز مطالعهٔ انجام‌شده از سوی Kazemipoor (۲۰۱۱) که به بررسی اثرات دما بر کاهش جریان خون انگشتان ناشی از ارتعاش پرداخته بودند، نشان داد که دمای دست راست که مواجههٔ بیشتری با ارتعاش دارد، در زمان طولانی‌تری به دمای اولیه نسبت به دست چپ باز می‌گردد [۲۸-۳۰]. نتایج حاصل از تست‌های عروقی مطالعهٔ حاضر نشان داد که احیای دمای

www.SID.ir

دست غالب طولانی‌تر از دست مغلوب است و با توجه به اینکه در این مطالعه افراد غالبا راست دست بودند، نتایج حاصل هم‌راستا با این مطالعات است. از آنجایی که افراد اغلب با دست راست کار می‌کنند، منطقی و قابل‌توجیه است.

در مطالعهٔ حاضر میانگین احیای دمای دست غالب در گروه مورد (۵۳ نفر) ۱۶/۷۶ و گروه شاهد ۹/۹ دقیقه و نتایج مطالعهٔ Aliabadi (۲۰۱۷) در گروه مورد (۴۰ نفر) ۱۶ دقیقه و گروه شاهد ۸ دقیقه بوده است [۲۸]. نتایج تقریبا نزدیک‌به‌هم است. این در حالی است که در مطالعهٔ Kazemipoor (۲۰۱۱) زمان بازگشت دمای دست راست گروه مورد (۸ نفر) ۱۱ دقیقه و گروه شاهد ۷ دقیقه بوده است [۳۰] و این اختلاف می‌تواند به‌دلیل تفاوت در حجم نمونه باشد.

در مطالعهٔ حاضر انجام آزمون مونوفیلامان برای بررسی عوارض حسی ـ عصبی ناشی از ارتعاش و مقایسهٔ عوارض بین گروه مورد و شاهد نشان داد که افراد گروه مورد اختلالات حسی ـ عصبی بیشتری نسبت به گروهد شاهد دارند و میزان این اختلال در دست غالب بیشتر از دست مغلوب است و این نتایج با نتایج حاصل از مطالعهٔ Bovenzi و همکاران (۲۰۰۶) مطابقت دارد [۳۱]. در مطالعهٔ حاضر براساس پرسش‌نامه‌های جمع‌آوری‌شده نشان داده شد که اختلالات حسی ـ عصبی بین افراد شایع‌تر از اختلالات اسکلتی ـ عضلانی و عروقی است و با مطالعات Aliabadi (۲۰۱۷) و Poorabdian (۲۰۱۰) مطابقت دارد [۲۸-۲۷]. در مطالعه Yan و همکاران نشان داده شد که با افزایش سابقهٔ کار عوارض حسی ـ عصبی افزایش می‌یابد [۳۲] که در مطالعهٔ حاضر بین سابقهٔ کار و عوارض حسی ـ عصبی همبستگی مشاهده نشد و این به آن خاطر است که حجم نمونه‌ها متفاوت هستند.

نتایج تست‌های انجام‌شده به‌منظور بررسی قدرت و مهارت دست در مطالعهٔ حاضر بیان می‌کند که قدرت و مهارت دست در گروه مواجهه با ارتعاش، در مقایسه با گروه مورد کاهش یافته است و مطالعهٔ انجام‌شده از سوی Toibana (۲۰۰۲) که به اندازه‌گیری مهارت دستی در بیماران دچار سندرم ارتعاش دست و بازو پرداخته بود، کاهش قدرت گرفتن و چابکی بین افراد مواجهه با ارتعاش دیده شد [۳۳]. در مطالعهٔ حاضر و نتایج مطالعهٔAliabadi (۲۰۱۷) بین قدرت چنگش دست و شدت مواجهه ارتعاش همبستگی دیده نشد [۲۸] و این می‌تواند به این دلیل باشد که شدت ارتعاش به‌صورت مقطعی سنجیده شده است. اما در مطالعهٔ Wahl-ström (۲۰۰۸) انجام شد، با افزایش شدت ارتعاش اختلالات اسکلتی عضلانی افزایش یافته است [۳۴]. نتایج منتشرشدهٔ مقالهٔ مواجهه با ارتعاشات دست ـ بازو و توسعهٔ سندرم لرزشی از سوی Giannini (۱۹۹۹) بیانگر این نکته بود که افزایش مدت‌زمان کار با ارّه موتوری که ابزاری مرتعش است، موجب ایجاد اختلالات حسی و آسیب‌های ماهیچه‌ای می‌شود [۳۵] که با نتایج حاصل از مطالعهٔ حاضر هم‌راستا است.

مطالعهٔ انجام‌شده با عنوان نوروپاتی ناشی از ارتعاش از سوی Farkkila(۱۹۸۰) نشان داد که علائم پاراستیزی، بی‌حسی، درک حس لامسه انگشتان، مهارت و چابکی دست افرادی که با ارتعاش مواجهه داشتند، شرایط بدتری در مقایسه با گروه کنترل داشتند [۳۶] و نیز نتایج حاصل از مطالعهٔ حاضر پرسش‌نامه و آزمون‌های مرتبط با حس لامسه (مونوفیلامان) و چابکی (Pegboard) بیانگر این نکته بود.

در مطالعه‌ای که با عنوان "عدم توانایی اندام فوقانی کارگران نروژ دارای سندرم ارتعاش دست ـ بازو" از سوی Buhaug (۲۰۱۴) صورت گرفت، ابزار مطالعه بررسی پروندهٔ پزشکی افراد و پرسش‌نامهٔ DASH(توانایی‌نداشتن بازو، شانه، دست) بود. نتایج نشان داد که توانایی نداشتن اندام فوقانی در این بیماران بسیار بالا است [۳۷] که مطالعهٔ حاضر تأییدکنندهٔ این موضوع است و امتیاز DASH گروه مورد بالاتر از گروه شاهد است و این به آن معنا است که توانایی نداشتن اندام فوقانی در گروه مواجهه‌یافته با ارتعاش بیش از گروه شاهد است.

نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که عوارض اسکلتی ـ عضلانی، حسی ـ عصبی و عروقی در گروه مواجهه با ارتعاش بیش از گروه شاهد است و به‌طور کلی مواجهه با ارتعاش موجب کاهش عملکرد دستی افراد در این صنعت شد.از محدودیت‌ها و کاستی‌های این مطالعه ناممکن بودن انجام آزمون‌ها پیش از شروع شیفت کاری و قبل از مواجهه با ابزار مرتعش و مقایسهٔ نتایج حاصل از آن با آزمون‌های انجام‌شده پس از شروع شیفت کاری و نیز تعداد بیشتر نمونه‌ها بود. بنابراین پیشنهاد می‌شود در مطالعات آینده به این موضوع پرداخته شود.

نتیجه‌گیری

عملکردهای فیزیکی دستی در شاغلین در مواجهه با ارتعاش بین ۴٪ الی ۱۴٪ کاهش یافت که سطح امتیاز DASH هم تأییدکنندهٔ این موضوع بود. علاوه بر این شاغلین سطح عوارض عروقی بیشتری در مقایسه با عوارض حسی ـ عصبی نشان دادند.

سپاسگزاری

این مقاله براساس نتایج اجرای پایان‌نامهٔ تحقیقات ثبت‌شده به شمارهٔ ۹۵۱۲۱۷۷۶۸۶ در دانشکدهٔ بهداشت دانشگاه علوم پزشکی همدان نگارش شده است و از سوی کمیتهٔ اخلاق دانشگاه علوم پزشکی همدان تأیید شده است. شایسته است از معاونت تحقیقات و فناوری دانشگاه علوم پزشکی همدان به‌خاطر تأمین منابع مالی این پژوهش و همچنین همکاری مدیریت و کارکنان زحمت‌کش شرکت ریخته‌گری مطالعه‌شده تشکر و قدردانی شود.

تعارض منافع

بین نویسندگان هیچ‌گونه تعارضی در منافع وجود ندارد.

Archive of SID

www.SID.ir

Reference:

1. 1. Palmer KT, Harris C, Harris EC, Griffin MJ, Bennett J, Reading I, et al. Case-control study of low-back pain referred for magnetic resonance imaging, with special focus on whole-body vibration. Scand J Work. 2008;34(5):364-73. https://doi.org/10.5271/sjweh.1282
2. 2. ANSI: Guide for the measurement and evaluation of human exposure to vibration transmitted to the hand (ANSI5334-1986) New York: ANSI, 1986.
3. 3. Palmer KT, Griffin MJ, Syddall HE, Pannett B, Cooper C, Coggon D. Exposure to hand-transmitted vibration and pain in the neck and upper limbs. Occup Med (Lond). 2001;51(7):464-7. https://doi.org/10.1093/occmed/51.7.464 PMID:11719617
4. 4. Golmohammadi R. Noise and vibration engineering.4nd ed. Hamadan: Hamadan publisher; 2010. p.367-422.
5. 5. Dong R, Rakheja S, Schopper A, Han B, Smutz W. Hand-transmitted vibration and biodynamic response of the human hand-arm. a critical review. Crit Rev Bio Eng. 2001;29(4):393-439. PMID:11822480
6. 6. Wilhite CR. Pneumatic tool hand-arm vibration and posture characterization involving US navy shipboard personnel. Florida: University of South Florida; 2007.
7. 7. Mirzaei R, Biglari H, Beheshti MH, Fani MJ, Arash K. Assessment of workers' exposure to hand-arm and whole body vibration in one of the furniture industries in east of Tehran. Iran J Health Saf Environ. 2015;2(1):196-203. http://www.ijhse.ir/index.php/IJHSE/article/view/72
8. 8. Bovenzi M. Health effects of mechanical vibration. G Ital Med Lav Ergon. 2005;27(1):58-64. PMID:15915675
9. 9. Miles I, Keenan M, Kaivo-Oja J. Handbook of knowledge society foresight. Dublin: European Foundation for the Improvement of Living and Working Conditions; 2015.
10. 10. Lay-Ekuakille A, Vendramin G, Trotta A. Spirometric measurement postprocessing: expiration data recovery. IEEE Sensors Journal. 2010;10(1):25-33. https://doi.org/10.1109/JSEN.2009.2035743
11. 11. Bayat R, Aliabadi M, Golmohammadi R, Shafiee Motlagh M. Assessment of Exposure to Hand-Arm Vibration and its Related Health Effects in Workers Employed at Stone Cutting Workshops of Hamadan City. J Occup Hyg Eng. 2016;3(1):25-32. http://johe.umsha.ac.ir/article-1-157-en.html
12. 12. National Institute for Occupational Safety and Health. Vibration white finger disease in US workers using pneumatic chipping and grinding hand tools. In: Epidemiology (Publication No 82-118). Cincinnati: US Department of Health and Human Services (NIOSH); 1982.
13. 13. Neghab M, Kasaeinasab A, Yousefi Y, Hassanzadeh J, Sarreshtedar H, Alighanbari N. Health Effects of Long-term Occupational Exposure to Whole Body Vibration: A Study on Drivers of Heavy Motor Vehicles in Iran. J Health Sci Surveillance Sys . 2016;4(2):76-82. http://jhsss.sums.ac.ir/index.php/jhsss/article/view/150
14. 14. Coggins MA, Mccallig M, Paddan G, Moore K. Evaluation of hand-arm and whole-body vibrations in construction and property management. Ann Occup Hyg. 2010;54(8):904-14. https://doi.org/10.1093/annhyg/meq064 PMID:20876665
15. 15. Dimitrova T, Karaslavova E. Vibrations in the working environment and risk of acute myocardial infarction. Meditsinski Pregled/Medical Review. 2008;44(4):54-7.
16. 16. Björ B, Burström L, Nilsson T, Reuterwall C. Vibration exposure and myocardial infarction incidence: the VHEEP case–control study. Occup Med (Lond). 2006;56(5):338-44. https://doi.org/10.1093/occmed/kql024 PMID:16717050
17. 17. Key MM, Henschel AF, Butler J, Ligo RN, Tabershaw IR. Occupational diseases: a guide to their recognition. Occupational diseases: A guide to their recognition: US Department of Health, Education and Welfare; 1977.
18. 18. Azmir NA, Ghazali MI, Yahya MN, Ali MH. Hand-arm vibration disorder among grass-cutter workers in Malaysia. Int J Occup Saf Ergon. 2016;22(3):433-8. https://doi.org/10.1080/10803548.2016.1150571 PMID:27050159
19. 19. Costa N, Arezes PM, Melo RB. Effects of occupational vibration exposure on cognitive/motor performance. Int J Ind Ergon. 2014;44(5):654-61. https://doi.org/10.1016/j.ergon.2014.07.005
20. 20. Gerhardsson L, Hagberg M. Work ability in vibration-exposed workers. Occup Med (Lond). 2014;64(8):629-34. https://doi.org/10.1093/occmed/kqu121 PMID:25145484 PMCID:PMC4239793
21. 21. Choy N, Sim CS, Yoon JK, Kim SH, Park HO, Lee JH, et al. A Case of Raynaud's Phenomenon of both Feet in a Rock Drill Operator with Hand-arm Vibration Syndrome. Korean J Occup Environ Med. 2008;20(2);119-26.
22. 22. Sampson E. Development and testing of a screening tool for mine workers with possible hand arm vibration syndrome. J Ergonom Soci S Africa. 2006;18(1):2-13. http://hdl.handle.

Archive of SID

www.SID.ir

net/2263/28413

23. 23. Laskar Md S, Harada N. Different Conditions of Cold Water Immersion Test for Diagnosing.Hand-Arm Vibration Syndrome. Environ Health Prev Med. 2005;10(6):351-9. https://doi.org/10.1007/BF02898196 PMID:21432119 PMCID:PMC2723502

24. 24. Roberts AE, Nicholls PG, Maddali P, Van Brakel WH. Ensuring inter-tester reliability of voluntary muscle and monofilament sensory testing in the INFIR Cohort Study. Lepr Rev. 2007;78(2):122-30. PMID:17824482

25. 25. Blankevoort CG, Van Heuvelen MJ, Scherder EJ. Reliability of six physical performance tests in older people with dementia. Phys Ther. 2013;93(1):69-78. https://doi.org/10.2522/ptj.20110164 PMID:22976448

26. 26. Amirjani N, Ashworth NL, Olson JL, Morhart M, Chan KM. Validity and reliability of the Purdue Pegboard Test in carpal tunnel syndrome. Muscle Nerve. 2011;43(2):171-7. https://doi.org/10.1002/mus.21856 PMID:21254080

27. 27. Pourabdian S, Habibi E, Sadegi M, Rismanchian M. Effect of anti vibration handle use on hand grinding machine vibration. J Health Syst Res. 2010;6(1):124-32. http://hsr.mui.ac.ir/index.php/jhsr/article/view/22

28. 28. Aliabadi M, Bayat R, Golmohammadi R, Farhadian M, Esmaeil Taghavi SM. Health Effects and Work Disability Caused by Exposure to Hand-Transmitted Vibration Among Stone Cutting Workers. Acoust Aust. 2017;45(2):471-82. https://doi.org/10.1007/s40857-017-0088-5

29. 29. Ye Y, Griffin MJ. Effects of temperature on reductions in finger blood flow induced by vibration. Int Arch Occup Environ Health. 2011;84(3):315-23. https://doi.org/10.1007/s00420-010-0560-0 PMID:20628755

30. 30. Jafari M, Kazemi Poor M. Examine the relationship between hand and arm Rynvdvartash worker of industrial unit. Several National conference on health occupational safety; MAY; Ghazvin 2011.

31. 31. Bovenzi M, Griffin M, Hagberg M. Diagnosis of injuries caused by hand-transmitted vibration–2nd International workshop. Report from Occupational and Environmental Medicine. (114). Sweden publisher; 2006.

32. 32. Yan J, Matloub HS, Zhang L-L, Sanger JR, Yan¹ Y, Riley DA, et al. Measuring physiological and biochemical changes in work-related vibration. First American Conference on Human Vibration [vp] 2006; 2006.

33. 33. Toibana N, Ishikawa N, Sakakibara H. Measurement of manipulative dexterity in patients with hand-arm vibration syndrome. Int Arch Occup Environ Health. 2002;75(1-2):106-10. PMID:11898869

34. 34. Wahlström J, Burström L ,Hagberg M, Lundström R, Nilsson T. Musculoskeletal symptoms among young male workers and associations with exposure to hand–arm vibration and ergonomic stressors. Int Arch Occup Environ Health. 2008;81(5):595-602. https://doi.org/10.1007/s00420-007-0250-8 PMID:17924132

35. 35. Giannini F, Rossi S, Passero S, Bovenzi M, Cannava G, Mancini R, Cioni R, Battistini N. Multifocal neural conduction impairment in forestry workers exposed and not exposed to vibration. Clin Neurophysiol. 1999;110(7):1276-83. http://dx.doi.org/10.1016/S1388-2457(99)00062-0 PMID:10423193

36. 36. Farkkila M, Pyyko I, Korhonen O, Starck J. Vibration-induced Decrease in the Muscle Force in Lumberjacks. Eur J Appl Physiol Occup Physiol. 1980;43(1):1-9. PMID:7371623

37. 37. Buhaug K, Moen BE, Irgens Å. Upper limb disability in Norwegian workers with hand-arm vibration syndrome. J Occup Med Toxicol. 2014;9(1):5. https://dx.doi.org/10.1186%2F1745-6673-9-5 PMID:24517340 PMCID:PMC3926262

Archive of SID

www.SID.ir