

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

Azar Soltani<sup>1</sup>, Mohsen Aliabadi<sup>2\*</sup>, Rostam Golmohammadi<sup>3</sup>, Magid Motamedzade<sup>3</sup>

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:

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  $8.33 \text{ m/s}^2$  (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

#### 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

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

آذر سلطانی<sup>۱</sup>، محسن علی آبادی<sup>۲\*</sup>، رستم گل محمدی<sup>۳</sup>، مجید معتمدزاده<sup>۳</sup>

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

اطلاعات مقاله	چکیده
تاریخ وصول:	۱۳۹۷/۰۳/۲۲
تاریخ پذیرش:	۱۳۹۷/۰۴/۲۲
انتشار آنلاین:	۱۳۹۷/۰۴/۲۲
<b>نویسنده مسئول:</b>	<b>زمینه و هدف:</b> مواجهه با ارتعاش دست - بازو از جمله عوامل زیان‌آور فیزیکی رایج است. هدف از این مطالعه بررسی تجربی سطح ناتوانی عملکرد دستی ناشی از مواجهه با ارتعاش دست - بازو در کارگران شاغل در یک صنعت ریخته‌گری است.
<b>محسن علی آبادی</b>	<b>روش کار:</b> مطالعه حاضر روی ۵۳ نفر از کارگران ریخته‌گری به‌عنوان گروه مورد و ۲۸ نفر به‌عنوان گروه کنترل انجام شد. اندازه‌گیری ارتعاش دست - بازو شاغلین براساس استاندارد ISO ۵۳۴۹ صورت گرفت. سطح ناتوانی عملکرد دستی با استفاده از آزمون‌های اسکلتی - عضلانی، حسی - عصبی و عروقی بررسی شد. همچنین پرسش‌نامه کمی سطح ناتوانی بازو، شانه و دست DASH استفاده شد. برای تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۶ استفاده شد.
قطب علمی مهندسی بهداشت حرفه‌ای، مرکز تحقیقات بهداشت و ایمنی شغلی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران	<b>یافته‌ها:</b> میزان ارتعاش معادل ۸ ساعت مواجهه کارگران $8/73 \text{ m/s}^2$ (۴/۴۹) بود که بیش از حد مجاز است. مهارت و چابکی، قدرت گرفتن انگشتان و قدرت چنگش دست غالب در گروه مورد نسبت به گروه کنترل به ترتیب ۴٪، ۱۳٪ و ۱۱٪ کاهش یافت ( $P < 0/05$ ). مدت زمان احیای دمای دست غالب در گروه مورد نسبت به گروه کنترل ۴۱٪ افزایش یافت ( $P < 0/05$ ). عوارض حسی - 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.
<b>پست الکترونیک:</b>	<b>نتیجه‌گیری:</b> عملکردهای فیزیکی دستی در شاغلین در مواجهه با ارتعاش بین ۴٪ الی ۱۴٪ کاهش یافت که سطح امتیاز DASH هم تأییدکننده این موضوع بود. علاوه بر این شاغلین سطح عوارض عروقی بیشتری در مقایسه با عوارض حسی - عصبی نشان دادند.
Mohsen.aliabadi@umsha.ac.ir	<b>واژه‌های کلیدی:</b> مواجهه شغلی ارتعاش دست و بازو، ناتوانی عملکرد دستی، کارگر ریخته‌گری

### مقدمه

ارتعاش دست - بازو به دلیل استفاده از ابزارهای الکتریکی گردان مثل: دریل، سنگ‌های سمباده، ابزارهای مختلف برش، سنگ فرز دستی، انواع موتورهای درون‌سوز، ابزارهای بادی، وسایل نقلیه و نیز دستگاه‌هایی که قسمت‌های متحرک دارند از جمله ریسک فاکتورهای فیزیکی رایج محیط کار است [۱-۳]. ارتعاش یک حرکت نوسانی حول نقطه تعادل است و یکی از عوامل همراه با صدا در محیط‌های صنعتی است. ارتعاش برخی مواقع تشدیدکننده 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 به صورت یک موضوع چندرشته‌ای شامل زیست‌شناسی، روان‌شناسی، بیومکانیک و مهندسی است [۵].

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

مطالعه راهنمایی برای تعیین محدوده مجاز مواجهه با ارتعاش دست - بازو در صنایع مختلف و راهنمایی برای انتخاب ابزار مناسب به منظور کنترل با توجه به عوامل تأثیرگذار محیط کار و تدوین دستورالعمل‌ها باشد.

### مواد و روش‌ها

مطالعه حاضر یک مطالعه مقطعی از نوع توصیفی - تحلیلی است و ارزیابی‌ها از سوی محققین روی کارگران ریخته‌گری در شهر تهران انجام شد. روش نمونه‌گیری در این پژوهش به صورت تصادفی بود. تعداد نمونه‌ها از فرمول زیر به دست 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  $z_{1-\frac{\alpha}{2}}$  و  $z_{1-\beta}$  واریانس و  $\mu_1$  و  $\mu_2$  میانگین‌های حاصل شده از مطالعه 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 به عنوان 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 به عنوان گروه شاهد با پوسپر مشابه گروه مورد که با ابزار دستی بدون ارتعاش همچون تمیزکاری قطعات با سیخ و رنگ کاری کار می‌کردند، مطالعه شدند.

طبق ششمین ممیزی شرایط کاری در اروپا ۲۰۰۳ 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 مواجهه نیروی کار با ارتعاش بین ۱۴ تا ۳۴ درصد است [۱۰]. قرار گرفتن در معرض ارتعاش دست - بازو در صنایع کشور شایع است و ۷ درصد از شاغلین در معرض ارتعاش دست - بازو هستند [۱۱].

نتایج مطالعات نشان می‌دهد که اثرات مواجهه با ارتعاش انسانی شامل اختلالات اسکلتی - 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، سوزن سوزن شدن انگشتان دست، کاهش حس لامسه، تحمل نکردن سرما و گرما، اختلال خواب، سردرد، سرگیجه)، تشدید اختلالات قلبی و عروقی (انقباض عروق خارجی، اختلال اندوتلیال، تغییرپذیری ضربان قلب، سکتة قلبی)، اختلالات فیزیولوژیکی (تغییر خواص رئولوژیکی خون، کلسترول، تری‌گلیسیرید، فشارخون، دیابت نوع دوم) است [۱۷-۱۱]. مطالعات انجام شده همچنین نشان می‌دهند که مواجهه طولانی مدت دست و بازو با ارتعاش چرخه طبیعی سیستم عصبی و اسکلتی را برهم می‌زند و موجب سندرم ارتعاش دست و بازو HAVS می‌شود [۱۸]. همچنین نشان داده شد که مواجهه طولانی مدت با ارتعاش می‌تواند موجب تغییر عملکردی و کاهش توانایی انجام کار از سوی فرد شود [۲۱-۱۹].

از این رو هدف مطالعه حاضر بررسی سطح ناتوانی عملکرد دستی ناشی از مواجهه با ارتعاش دست - بازو در کارگران شاغل در یک صنعت ریخته‌گری است. انتظار می‌رود خروجی



شکل ۱. ابزار مرتعش استفاده شده در شرکت ریخته‌گری قطعات خودرویی در این مطالعه

Z اندازه‌گیری شد. ارزیابی ارتعاش از طریق مجموع شتاب وزنی که از ترکیب این سه محور حاصل می‌شد و از طریق رابطه ۱ به دست آمده بود، صورت پذیرفت.

در این مطالعه ارتعاش دست - 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

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

$$a_{hw} = \sqrt{a_{hwz}^2 + a_{hwy}^2 + a_{hwz}^2} \quad \text{رابطه ۱:}$$

۱/°C ± ۱/۵٪ با محدوده اندازه‌گیری ۲۵°C- تا ۳۸°C. اندازه‌گیری شد (شکل ۳). سپس دست‌ها در داخل باکس آب سرد ۱۲ درجه به مدت ۳ دقیقه قرار گرفت (شکل ۲) و پس از گذشت مدت‌زمان معین بار دیگر درجه حرارت انگشتان و کف دست به وسیله ترموویژن مطابق با شکل ۳ اندازه‌گیری شد.

آزمون حسی - عصبی به وسیله کیت مونوفیلانمان با قابلیت اعتماد ۰/۶۲ تا ۰/۹۹ انجام گرفت [۲۴]. برای انجام این آزمون از مونوفیلانمان‌ها با شماره‌های مختلف (۶/۶۵-۱/۶۵) که روی نقاط گوناگون دست‌ها قرار می‌گرفت، استفاده شد (شکل ۴).

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

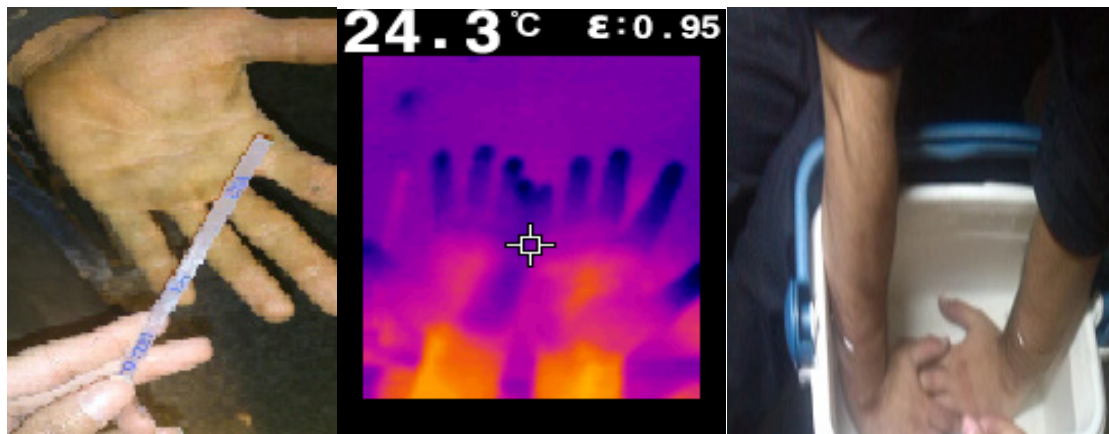
قدرت چنگش انگشتان از طریق Pinch gauge با میزان نیرویی (کیلوگرم) که فرد با فشار دادن دکمه تعبیه شده بر دستگاه اعمال می‌کند، سنجیده شد (شکل ۵). حداکثر قدرت چنگش دستان با نیروسنج هیدرولیکی (hand dynamometer مدل Jamar) سنجیده شد (شکل ۶). در این آزمون فرد آنچ خود را با زاویه ۹۰ درجه روی سطح صاف قرار می‌دهد و در فواصل ۱۰ ثانیه‌ای با گرفتن دسته 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 ۰/۹۵-۰/۹۰) (به منظور 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]. صفحه Purdue Pegboard تعدادی سوراخ دارد که فرد می‌بایست قطعات فلزی و واشرهایی را در سوراخ‌های مربوط به هر یک قرار دهد و سپس با توجه به زمان انجام شده این کار، میزان مهارت و چابکی دست فرد مشخص شد.

رابطه ۱ برآیند شتاب ارتعاش است که در آن  $a_{hwx}$ ،  $a_{hwy}$ ، میزان شتاب مؤثر برای محورهای مجزا است و رابطه ۲ شتاب ارتعاش مواجهه ۸ ساعته است که T مجموع زمان مواجهه (hr) و  $T_0$  زمان محدود شده مدنظر (۸ hr) است [۴].

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

در این مطالعه از پرسش‌نامه دیگری تحت‌عنوان DASH (The Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand) استفاده شد که سطح ناتوانی افراد در مواجهه با ارتعاش دست - 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 داده شده 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 (CVR Content Validity Ratio) و شاخص روایی محتوا (CVI Content Validity Index) استفاده شد که به ترتیب ۰/۷۴ و ۰/۹ بود. به منظور ارزیابی پایایی (قابلیت اعتماد) پرسش‌نامه ضریب آلفای کرون باح محاسبه شد که برابر ۰/۷۵ بود.

سطح عینی ناتوانی افراد در مواجهه با ارتعاش (اسکلتی - عضلانی، عروقی، عصبی) با استفاده از روش‌های استاندارد ذکر شده 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 به ترتیب ۵۹ و ۱۰۰ درصد است [۲۳]. بدین منظور ابتدا درجه حرارت انگشتان و کف دست از طریق ترموویژن مدل (FLIR TG۱۶۵) با دقت



شکل ۴. آزمون حسی - عصبی با استفاده از مونوفیلانمان

شکل ۳. تصویر گرفته شده با ترموویژن

شکل ۲. آزمون سرما در آب ۱۲ درجه





شکل ۵. آزمون قدرت چنگش دستان شکل ۶. آزمون قدرت چنگش انگشتان شکل ۷. 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 سابقه 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 اندازه‌گیری شده ابزارهای دستی بررسی شده در این مطالعه در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱. سطح مواجهه شغلی کارگران با ارتعاش دست - بازو شتاب ارتعاش معادل ۸ ساعته ( $m/s^2$ )

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

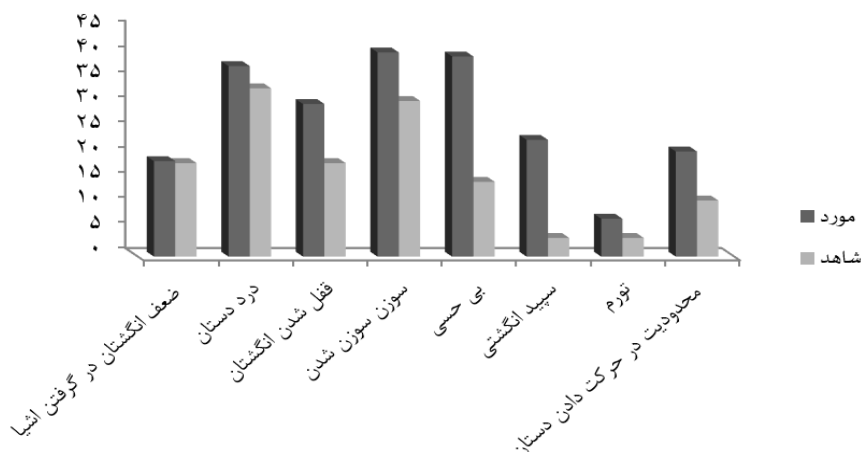
مقادیر میانگین شتاب ارتعاش در سه محور  $x$ ،  $y$  و  $z$  به ترتیب ۳/۶، ۵/۶ و ۵/۴ متر بر مجذور ثابیه بود. میانگین شتاب ارتعاش در محور  $x$  کمتر از محورهای  $y$  و  $z$  بود. با توجه به آزمون‌های آماری انجام شده شتاب معادل ۸ ساعته مواجهه با ارتعاش دست و بازو در صنعت ریخته‌گری بالاتر از حد مجاز مواجهه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

نتایج حاصل از داده‌های جمع‌آوری شده از پرسش‌نامه

مربوط به علائم مرتبط با بروز نشانگان ارتعاش دست و بازو در شکل ۸ ارائه شده است. درصد فراوانی علائم مرتبط با ارتعاش دست و بازو در شکل ۸ نشان می‌دهد که سوزن سوزن شدن و بی‌حسی بیشترین علائم و تورم کمترین علامت گزارش شده بین کارگران مواجهه شده با ارتعاش دست و بازو در این صنعت است و علائم عروقی (سپید انگشتی) کمتر از اختلالات اسکلتی - 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 ساعته افرادی که اظهار داشتند انگشتان آنها سوزن سوزن می‌شود ( $10 m/s^2$ ) (۴/۴) بیشتر از میانگین شتاب ارتعاش ۸ ساعته افراد بدون این علامت ( $7/6 m/s^2$ ) (۴/۲) است. سابقه 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 سابقه استفاده از ابزار دستی با علائم حسی - عصبی (سوزن‌سوزن شدن و بی‌حسی) مشاهده نشد ( $P > 0.05$ ).

با توجه به نتایج نشان‌داده شده در شکل ۸ همه علائم اختلالات ناشی از ارتعاش نظیر سپید انگشتی، سوزن‌سوزن



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

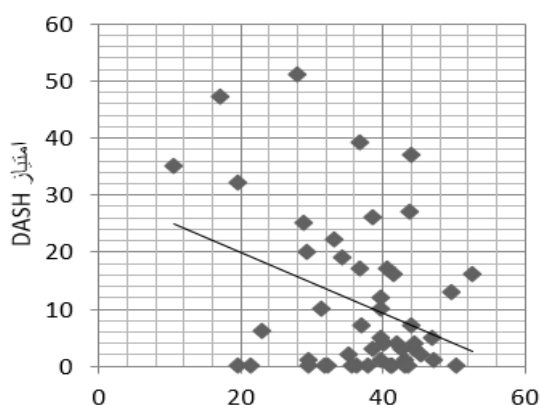
همبستگی وجود دارد ( $P < 0.05$ ) و ضریب همبستگی پیرسون برای دست غالب  $-0.348$  و برای دست مغلوب  $-0.351$  است. قابل ذکر است که بین قدرت چنگش انگشتان و امتیاز DASH همبستگی مشاهده نشد ( $P > 0.05$ ).

با توجه به جدول ۳، میانگین قدرت گرفتن 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 ( $P < 0.05$ )، بدین معنا که قدرت گرفتن دست با توانایی نداشتن بازو، شانه و دست رابطه عکس دارد.

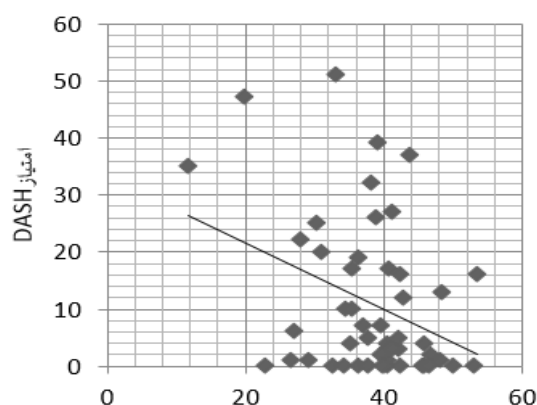
شدن، بی‌حسی، قفل شدن انگشتان، تورم، درد، ضعف انگشتان در گرفتن اشیاء و محدودیت در حرکت دادن دست در گروه مورد بیش از گروه شاهد است.

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

در این مطالعه همبستگی امتیاز DASH و قدرت گرفتن دست غالب و غیرغالب در نرم‌افزار SPSS از طریق آزمون پیرسون بررسی و مشاهده شد بین قدرت گرفتن دست غالب (شکل ۹) و نیز دست مغلوب (شکل ۱۰) با امتیاز DASH



شکل ۱۰. همبستگی بین قدرت چنگش دست غیرغالب (کیلوگرم) و امتیاز DASH



شکل ۹. همبستگی بین قدرت چنگش دست غالب (کیلوگرم) و امتیاز DASH

جدول ۲. نتایج حاصل از پرسش‌نامه DASH

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

جدول ۳. مقایسه میانگین نتایج آزمون‌های اسکلتی - عضلانی دست و بازو در دو گروه مورد و شاهد

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

با نتایج حاصل از تست احیای دمای دستان ارتباط معناداری مشاهده نشد ( $P > 0.05$ ).

نتایج حاصل از تست مونوفیلیمان ارائه شده در جدول ۵ حاکی از آن است که به طور میانگین در گروه مورد افراد شماره مونوفیلیمان بالاتری را نسبت به گروه شاهد حس کردند و با توجه به تماس بیشتر دست غالب با ابزار مرتعش عوارض حسی - عصبی در این دست در گروه مورد بیشتر از دست غیر غالب بود. آزمون‌های آماری انجام شده برای بررسی ارتباط بین تست مونوفیلیمان و افراد با علائم بی حسی در انگشتان و افراد بدون علائم نشان داد افرادی که علائم بی حسی داشتند، مونوفیلیمان با شماره بالاتری را احساس کردند. مقایسه افراد سیگاری با افراد غیر سیگاری در گروه مورد نشان داد که زمان احیای دمای هر دو دست افراد سیگاری طولانی تر، چابکی هر دو دست و مونتاژ کردن ضعیف تر و اختلالات حسی - عصبی بیشتر است؛ اما قدرت گرفتن دست و انگشتان هر دو دست در افراد سیگاری بالاتر از افراد غیر سیگاری است.

آزمون‌های آماری T-Test نشان داد که افرادی که در پرسش نامه اظهار داشتند که در انگشتان خود سوزن سوزن شدن، بی حسی، قفل شدن انگشتان، تورم، درد، ضعف انگشتان در گرفتن اشیا و یا محدودیت در حرکت دادن دستان را تجربه کرده اند، نسبت به افراد سالم مهارت و چابکی انگشتان آنها در تست Pegboard نیز کمتر است. مقایسه میانگین قدرت گرفتن 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 ارائه شده در جدول ۴ نشان می دهد که زمان احیای دمای سطحی دست غالب و غیر غالب در گروه مورد طولانی تر از گروه شاهد است. میانگین زمان احیای دمای دست غالب با توجه به اینکه افراد با دست غالب با ابزار دستی بیشتر کار می کنند در هر دو گروه مورد و شاهد از دست مغلوب بیشتر است. در گروه مورد بین افرادی که علائم سپید انگشتی دارند

جدول ۴. مقایسه میانگین نتایج آزمون عروقی دست و بازو در دو گروه مورد و شاهد

مورد	شاهد		میانگین (انحراف معیار)	مورد	شاهد		زمان احیای دمای پوست دست غالب (min)
	حداکثر	حداقل			حداکثر	حداقل	
میانگین (انحراف معیار)	۱۶/۵ → (۱۰/۶)	۵	۹/۷ → (۲/۳)	۵۸	۵	۱۵	۰/۰۰۵
زمان احیای دمای پوست دست غیر غالب (min)	۱۴/۶ → (۱۰/۳)	۵	۸/۵ → (۳/۷)	۵۶	۵	۱۵	۰/۰۱

جدول ۵. مقایسه میانگین نتایج آزمون مونوفیلیمان دست و بازو در دو گروه مورد و شاهد

آزمون‌ها	میانگین (انحراف معیار)	مورد	میانگین (انحراف معیار)	شاهد	$P_{value}$
حسی - عصبی دست غالب	۲/۴۷ (۰/۸)	۲/۲۴ (۰/۶)	۰/۲		
حسی - عصبی دست غیر غالب	۲/۳۶ (۰/۹)	۲/۰۳ (۰/۶)	۰/۱		

از طریق دستگاه سنگ سمباده، نشان داده شد استفاده از دستکش ضد ارتعاش و کاهش شتاب ارتعاش وارد شده به دست و بازو موجب کاهش اختلالات عصبی و عروقی می شود [۲۷] که با مطالعه حاضر همخوانی دارد و اختلالات عصبی و عروقی بررسی شده از سوی آزمون‌ها در گروه مورد بیش از گروه شاهد است.

نتایج حاصل از تست‌های عروقی مطالعات انجام شده از سوی Aliabadi (۲۰۱۷)، Griffin (۲۰۱۱) و نیز مطالعه انجام شده 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 مواجهه بیشتری با ارتعاش دارد، در زمان طولانی تری به دمای اولیه نسبت به دست چپ باز می گردد [۲۸-۳۰]. نتایج حاصل از تست‌های عروقی مطالعه حاضر نشان داد که احیای دمای

## بحث

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

در مطالعه انجام شده از سوی Poorabadian (۲۰۱۰) در رابطه با تأثیر دستگیره ضد ارتعاش بر میزان ارتعاش تولید شده

مطالعه انجام شده با عنوان نورپاتی 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 مطالعه حاضر پرسش‌نامه و آزمون‌های مرتبط با حس لامسه (مونوفیلان) و چابکی (Pegboard) بیانگر این نکته بود.

در مطالعه‌ای که با عنوان "عدم توانایی اندام فوقانی کارگران نروژ دارای سندرم ارتعاش دست - بازو" از سوی Buhaug (۲۰۱۴) صورت گرفت، ابزار مطالعه بررسی پرونده پزشکی افراد و پرسش‌نامه DASH (توانایی نداشتن بازو، شانه، دست) بود. نتایج نشان داد که توانایی نداشتن اندام فوقانی در این بیماران بسیار بالا است [۳۷] که مطالعه حاضر تأییدکننده 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 مواجهه یافته با ارتعاش بیش از گروه شاهد است.

نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که عوارض اسکلتی - عضلانی، حسی - 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 مقایسه نتایج حاصل از آن با آزمون‌های انجام شده 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 تأییدکننده این موضوع بود. علاوه بر این شاغلین سطح عوارض عروقی بیشتری در مقایسه با عوارض حسی - عصبی نشان دادند.

### سپاسگزاری

این مقاله براساس نتایج اجرای پایان‌نامه تحقیقات ثبت شده به شماره ۹۵۱۲۱۷۷۶۸۶ در دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی همدان نگارش شده است و از سوی کمیته 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.

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

در مطالعه حاضر میانگین احیای دمای دست غالب در گروه مورد (۵۳ نفر) ۱۶/۷۶ و گروه شاهد ۹/۹ دقیقه و نتایج مطالعه Aliabadi (۲۰۱۷) در گروه مورد (۴۰ نفر) ۱۶ دقیقه و گروه شاهد ۸ دقیقه بوده است [۲۸]. نتایج تقریباً نزدیک‌به‌هم است. این در حالی است که در مطالعه 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 به دلیل تفاوت در حجم نمونه باشد.

در مطالعه حاضر انجام آزمون مونوفیلان برای بررسی عوارض حسی - عصبی ناشی از ارتعاش و مقایسه عوارض بین گروه مورد و شاهد نشان داد که افراد گروه مورد اختلالات حسی - عصبی بیشتری نسبت به گروه شاهد دارند و میزان این اختلال در دست غالب بیشتر از دست مغلوب است و این نتایج با نتایج حاصل از مطالعه Bovenzi و همکاران (۲۰۰۶) مطابقت دارد [۳۱]. در مطالعه حاضر براساس پرسش‌نامه‌های جمع‌آوری شده نشان داده شد که اختلالات حسی - عصبی بین افراد شایع‌تر از اختلالات اسکلتی - 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 سابقه کار عوارض حسی - عصبی افزایش می‌یابد [۳۲] که در مطالعه حاضر بین سابقه کار و عوارض حسی - عصبی همبستگی مشاهده نشد و این به آن خاطر است که حجم نمونه‌ها متفاوت هستند.

نتایج تست‌های انجام شده به‌منظور بررسی قدرت و مهارت دست در مطالعه حاضر بیان می‌کند که قدرت و مهارت دست در گروه مواجهه با ارتعاش، در مقایسه با گروه مورد کاهش یافته است و مطالعه انجام شده 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 مطالعه حاضر و نتایج مطالعه Aliabadi (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 مطالعه Wahl ström (۲۰۰۸) انجام شد، با افزایش شدت ارتعاش اختلالات اسکلتی عضلانی افزایش یافته است [۳۴]. نتایج منتشرشده مقاله مواجهه با ارتعاشات دست - بازو و توسعه سندرم لرزشی از سوی Giannini (۱۹۹۹) بیانگر این نکته بود که افزایش مدت‌زمان کار با آره موتوری که ابزاری مرتعش است، موجب ایجاد اختلالات حسی و آسیب‌های ماهیچه‌ای می‌شود [۳۵] که با نتایج حاصل از مطالعه حاضر هم‌راستا است.



## 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. 4th 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, Kasacinasab A, Yousefi Y, Hasanzadeh 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. *Meditinski 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 PMID:25145484
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>

- 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, Esmacil 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, Yan' 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](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