Journal of Health and Safety at Work 2021; 11(3): 445-457

ORIGINAL RESEARCH PAPER

Investigating the effect of sport and using anti-vibration gloves on the grip strength of workers exposed to the hand-arm vibration

Samira Barakat[1], Behnam Moradi[2*]

[1] *Department of Occupational Health Engineering, School of Public Health, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran*
[2] *Department of Health, Safety and Environment, School of Public Health and Safety, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran*

Received: 2021-02-04 Accepted: 2021-05-18

ABSTRACT

Introduction: Long-term exposure to hand-arm vibration causes musculoskeletal disorders mainly in hand and shoulder. The purpose of this study was to determine the effect of sport and using anti-vibration gloves on the grip strength of workers exposed to the hand-arm vibration.

Material and Methods: In this descriptive-interventionist study, 41workers working in one of the Isfahan metal industries were studied. Data were collected by the demographic questionnaire, hand-arm vibration acceleration measurement was performed based on the ISO 5349 standard and grip strength was measured using the dynamometer device model Jamar. The investigations were performed on 3 groups including sporting moves, using of anti-vibration gloves and combination of sporting move and using of gloves. Twenty workers were selected as control group without exposure to any hand-arm vibration. Data were analyzed by the SPSS-21 software.

Results: Workers' grip strength difference was significant before and after vibration (P_{Value}<0.001) and grip strength had significant and inverse relation with vibration (P_{Value}<0.001, R=-0.411). Grip strength was higher in the group that used anti-vibration gloves accompanied with the sporting moves compared to before the intervention and significant relation was observed (P_{Value}<0.001).

Conclusion: Vibration affects decreasing in grip strength and grip strength itself can be used as a screening measure for those workers exposed to the risk and diseases related to the vibration. Regular sporting moves and using anti-vibration gloves are effective on improvement of workers' grip strength and preventing vibration-induced complications.

Keywords: *Hand-arm Vibration, Grip Strength, Musculoskeletal Disorders, Anti-vibration gloves, Sport*

1. INTRODUCTION

Exposure to force exertion while working simultaneously with vibration, especially hand-arm vibration (HAV), can cause permanent vibration diseases including behavioral disorders, insight disorder, osteoporosis, pain (mainly in hand, shoulder and wrist), circulatory system disorders and malnutrition. Out of those factors affecting the occurence of hand-arm disorders, type of instrument, exposure time period, working condition, vibration amplitude and acceleration could be considered. Vibration can significantly affect one of the important indices in ergonomics called grip strength. Grip strength is of important parameters in the hand muscle function, medical aspects, physiotherapy and ergonomics and data obtained by measurement of hand grip strength can have different uses like manual instruments designing. Regarding the vitality role of hand as an organ in the body and due to the fact that all industrial activities is done with this organ, in case of any disability in hands, not only many financial and economic losses in the industry are created due to losing skillful manpower but also very high costs are imposed to their families. So, in order to decrease and control harmful factors, identification of those causes that may damage the hands and their appropriate performance are of very high importance. The current study, therefore, aimed

* Corresponding Author Email: *b.moradi@sbmu.ac.ir*

Copyright © 2021 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 2025-02-04]

at determining the effects of sport and using anti-vibration gloves on the grip strength of workers exposed to hand-arm vibration.

2. MATERIAL AND METHODS

This study was a descriptive-intervention survey and the study population included the male workers working in one of the metal industries located in Isfahan, Iran. Those workers who were not healthy physically or mentally and had hospitalization records due to any musculoskeletal, physical or mental problems, taking any type of drug, lack of tendency to participate in the research, lack of using anti-vibration gloves and irregular participation in the sport exercises were omitted from the study. The participants of the current study reported working daily hours of 7-10 in a working shift with the vibrating instrument. These instruments included milling machine, drill, band saw, and wind box and forklift machine. Among the 60 workers with hand-arm vibration, 41 ones were eligible to participate in the research. First, demographic characteristics of the participants were recorded by the questionnaire, then the hand-arm vibration and grip strength were measured as follows:

To measure arm-hand vibration, the vibration meter SV 106 made by SVANTEK Company of Poland was used. In addition to measuring hand-arm vibration and whole body vibration, this 6-channel device was able to simultaneous analysis of noise in 1/1 and 1/3 octave band. Measurement of hand-arm vibration was performed according to standard ISO 5349 and in 3 axels of x, y, z. To measure grip strength of workers' hand, hand dynamometer Jamar 63785 model was used according to recommendation of American Society of Hand Therapists (ASHT). Grip strength measurement was performed before performance of interventions twice during the working shift: 1. before starting the work, 2. after ending the working shift. After measuring hand-arm vibration and grip strength of workers, intervention program was performed for 60 days in the 3 studied groups. The participants were classified into 3 groups: 1. A (14 workers), 1.B (14 workers), and 3.C (13 workers). The intervention program included performing sporting moves related to hand and fingers in the group A, using anti-vibration gloves in the group B and sporting moves accompanied with using gloves in the group C. Anti-vibration gloves were Ansell (as the most popular gloves in the market), model Vibragurd 07-112 . Hands and fingers sporting movements were tought to the participants according to the suggestion of physical education expert and under his supervision. After 60 days of performing intervention, grip strength was measured in each 3 groups at the end of working shifts. It should be noted that 20 administrative workers with no exposure to vibration (sale unit, accounting, technical engineering, marketing and Recruitment Sections) were considered as control group and demographic properties and their grip strength at the end of working shift were also assessed. The collected data were analyzed by the SPSS-21 software through descriptive statistics. Statistical analyses were performed using Paired-samples t-test as well as Pearson, Spearman and Eta correlation coordination coefficient. Significant level was set at 0.05 for all statistical analyses.

3. RESULTS AND DISCUSSION

In this study, workers' age average was 34.7±6.08 and work experience average was 9.6±5.9 years, 73.2% of the participants did not report doing exercise and 75.6% did not smoke. Age average of control group was 33.47±4.15 years and their work experience average was 10.71±6.4 years. Average of hand-arm vibration exposure according to the measured 8-hour vibration acceleration was equal to 7.28±2.97 m/s^2, which was considered more than permitted limit compared to the standard value (the permitted limit of job exposure in Iran (OEL) is 2 m/s^2). Workers' grip strength average was 42.16±3.8 kg force before working with vibrating instruments and was 39.55±3.97 kg force at the end of working with vibrating instrument and working shift. The results showed that the grip strength of workers

Table 1: Grip strength in the studied workers before the intervention

variable	Mean±SD	Maximum	Minimum
grip strength before working with vibrating instruments	42.16±3.8	50.25	37.21
grip strength after exposure to vibration at the end of work shift	39.55±3.97	48.64	34.21
Control group	45.71±3.35	51.36	39.68

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2025-02-04]

Table 2: Pearson correlation coefficient and P_{Value} between the grip strength and studied parameters in both control group and group exposed to the vibration

variable	P_{Value} (group exposed)	Correlation coefficient (group exposed)	P_{Value} (group control)	Correlation coefficient (group control)
Vibration (m/s^2)	<0.001	-0.411	-	-
Age (year)	0.701	0.062	0.82	0.06
work experience (year)	0.91	0.018	0.89	0.018
BMI (kg/m^2)	<0.001	0.577	0.01	0.564

Table 3: Mean (standard deviation) of grip strength (kg force) in the studied groups before and after the intervention

variable	Mean±SD (before intervention)	Mean±SD (after intervention)	Difference of Mean±SD before and after intervention	P_{Value}
Group A	40.01±3.38	40.78±3.36	0.77±0.26	<0.001
Group B	39.08±4.39	39.65±4.5	0.57±0.34	<0.001
Group C	39.57±3.97	41.5±4.35	1.93±0.67	<0.001

in control group who did not work vibrating instrument was higher than studied workers. Table 1 shows grip strength in the studied workers before the intervention. Results of Paired-samples t-test showed that grip strength of workers before and after exposure to vibration was significant (P_{Value}<0.001), so that their grip strength was decreased after exposure to vibration. Correlation coefficient statistical tests indicated that the grip strength had a significant and inverse relation with vibration (P_{Value}<0.001, R= -0.411). In other words, as the hand-arm vibration accelerated, the workers' grip strength decreased. Also grip strength at the end of working shift was significant in both groups of workers exposed to the vibration and the control group (P_{Value}<0.001). Table 2 shows the Pearson correlation coefficient and P_{Value} between the grip strength and studied parameters in both control group and the group exposed to the vibration. According to the presented results in table 3, hand and fingers sporting moves and using the anti-vibration gloves were effective in improvement of grip strength force and had significant relation with grip strength before the intervention (P_{Value}<0.001). However, using the anti-vibration gloves and performing sporting moves at the same time was more effective on improvement of the grip strength of the workers and also significant relation was observed between workers' grip strength before and after the combined intervention (P_{Value}<0.001). It was reported in a study that exercising increases the grip strength consistency and decreases the upper limb disability. Staal et al. assigned performing sporting moves as a factor for continuing the work and decreasing the musculoskeletal pain. Dong et al. mentioned the role of using anti-vibration gloves very important in absorbing the force of hand-arm vibration.

4. CONCLUSIONS

Results of this study indicated that vibration affects decreasing the grip strength since hand-arm vibration exposure has negative effects on the workers' health. In this study, the group that performed hand sporting moves had better grip strength compared to the group that used only the anti-vibration gloves. Moreover, since sporting moves are easy, cost-effective and available, this method could improve grip strength, decrease sadness and fatigue in hand and fingers and protect workers against adverse effects of hand-arm vibration. Teaching suitable sporting moves, supervising performance of sporting moves and encouraging the workers to continuous execution of these moves are also recommended. Regarding that decreasing grip strength can be the background for the musculoskeletal disorders or hand-arm vibration syndrome, individual grip strength can be used to screen workers at risk.

5. ACKNOWLEDGMENT

The authors would thank the studied metal industry management members for their cooperation and all recruited workers for their participation in the experiments.

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2025-02-04]

فصلنامه بهداشت و ایمنی کار جلد ۱۱/ شماره ۳/ پاییز ۱۴۰۰ صفحات ۴۴۵-۴۵۷

بررسی تأثیر ورزش و استفاده از دستکش ضد ارتعاش بر نیروی چنگش قدرتی کارگران مواجهه یافته با ارتعاش دست–بازو

سمیرا برکات[۱]، بهنام مرادی[۲*]

[۱] گروه مهندسی بهداشت حرفه ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران

[۲] گروه سلامت، ایمنی و محیط زیست، دانشکده بهداشت و ایمنی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۱/۱۶، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۲/۲۸

چکیده

مقدمه: مواجهه طولانی مدت با ارتعاش دست - بازو سبب بروز ناراحتی و اختلالات اسکلتی - عضلانی عمدتاً در دست و شانه می شوند. هدف از این مطالعه تعیین تأثیر ورزش و استفاده از دستکش ضد ارتعاش بر نیروی چنگش قدرتی کارگران مواجهه یافته با ارتعاش دست- بازو بود.

روش کار: در این مطالعهٔ توصیفی - مداخله ای، ۴۱ نفر از کارگران شاغل در یکی از صنایع فلزی شهر اصفهان مورد بررسی قرار گرفتند. جمع آوری داده ها با استفاده از پرسشنامه های دموگرافیک، اندازه گیری شتاب ارتعاش دست - بازو بر اساس استاندارد ISO 5349 و اندازه گیری چنگش قدرتی با دستگاه دینامومتر مدل Jamar انجام شد. در ۳ گروه مداخلات حرکات ورزشی، استفاده از دستکش ضد ارتعاش و ترکیب حرکت ورزشی و استفاده از دستکش اجرا شد. ۲۰ نفر از کارگران بدون مواجهه با ارتعاش دست - بازو به عنوان گروه شاهد انتخاب شدند. داده ها با نرم افزار آماری SPSS-21، آنالیز شدند.

یافته ها: نیروی چنگش قدرتی کارگران قبل و بعد از مواجهه با ارتعاش معنادار بود (P_{Value}<۰/۰۰۱) و قدرت چنگش با ارتعاش رابطه معنی دار و معکوسی داشت (P_{Value}<۰/۰۰۱ ، R=-۰/۴۱۱). نیروی چنگش در گروهی که هم از دستکش ضدارتعاش استفاده می کردند و هم حرکات ورزشی انجام می دادند بالاتر از قبل از اجرای مداخله بود و رابطه معناداری به دست آمد (P_{Value}<۰/۰۰۱).

نتیجه گیری: ارتعاش در کاهش نیروی چنگش تأثیرگذار است و از نیروی چنگش می توان برای غربالگری کارکنان در معرض خطر و بیماری های مرتبط با ارتعاش استفاده کرد. حرکات ورزشی منظم و استفاده از دستکش ضد ارتعاش در بهبود قدرت چنگش کارکنان و پیشگیری از بروز عوارض مرتبط با ارتعاش مؤثر میباشند.

کلمات کلیدی: *ارتعاش دست - بازو، چنگش قدرتی، اختلالات اسکلتی – عضلانی، دستکش ضد ارتعاش، ورزش.*

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول مکاتبه: *b.moradi@sbmu.ac.ir*

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2025-02-04]

مقدمه

ارتعاش یکی از عوامل زیان آور فیزیکی محیط کار در صنایع محسوب می شود (۱). مواجهه شغلی بدن انسان با ارتعاش به عنوان یک نگرانی جدی در صنایع به شمار می رود زیرا منبع ناراحتی، کاهش عملکرد، بی حسی، کاهش مهارت دستی و ریسک های ایمنی و بهداشتی می باشد (۲-۴). یکی از شرایط مضر در هنگام استفاده مداوم از ابزار یا ماشن آلات مرتعش احساس لرزش زیاد در دست می باشد (۵, ۶). مواجهه نیروی کار با ارتعاش و به خصوص ارتعاش دست – بازو (HAV: Hand-arm vibration) می تواند منجر به ایجاد بیماری های لرزش دائمی از قبیل اختلالات رفتاری، اختلال بینایی، پوکی استخوان، درد (عمدتاً در دست، مچ و شانه)، اختلالات سیستم گردش خون و سوء تغذیه گردد (۷). همچنین منجر به بروز اختلالات اسکلتی - عضلانی و بیماری های عروقی - عصبی می شود (۸).

مواجهه طولانی مدت دست با ارتعاش باعث ایجاد سندروم ارتعاش دست- بازو HAVS: Hand-arm vibration) syndrome)، تغییر عملکردی و کاهش توانایی فرد در انجام وظایف محوله به صورت ایمن و درست خواهد شد (۹, ۱۰)؛ بنابراین مدیریت تمام اثرات سوء مواجهه با ارتعاش دست - بازو از اهمیت خاصی برخوردار است (۱۱). در صنایع مواجهه با ارتعاش دست - بازو شایع است و ۷٪ از شاغلین در معرض ارتعاش دست - بازو هستند (۱۲). از طرفی تخمین زده شده که در اروپا از هر ۴ نفر کارگر ۱ نفر در معرض ارتعاش دست - بازو قرار دارد و ۱۷٪ از کارگران علائم نشانگان ارتعاش دست - بازو را دارند، به گونه ای که داده های اپیدمیولوژیکی مواجهه ارتعاش دست - بازو نشان می دهد در ایالت متحده آمریکا و کشورهای اروپایی ۵/۸ — ۱/۷ درصد از کارگران در مواجهه با این مشکل قرار دارند (۱۳, ۱۴). از عوامل تأثیرگذار در گسترش اختلالات دست- بازو می توان به نوع ابزار، مدت زمان مواجهه، شرایط کاری، دامنه و شتاب ارتعاش اشاره کرد (۱۵).

ارتعاش می تواند بر یکی از شاخص های مهم علم ارگونومیکی به نام قدرت چنگش تأثیر سوء قابل توجهی داشته باشد (۱۶). نیروی چنگش دست (هر دو نوع چنگش قدرتی و ظریف) از پارامترهای مهم در عملکرد عضلانی دست، از جنبه های پزشکی، فیزیوتراپی و ارگونومیکی بوده و داده های حاصل از اندازه گیری نیروی چنگش دست می تواند کاربردهای متعدد از جمله طراحی های ابزارهای دستی داشته باشد (۱۷, ۱۸). قدرت چنگش به عنوان یکی از علائم مهم پیش بینی معلولیت ها در بیماری های اسکلتی - عضلانی شناخته می شود (۱۹). به طوری که وارد کردن نیروی چنگش بیش از مقادیر طبیعی، ممکن است در دراز مدت موجب بروز التهاب تاندون های دست، تئوسینوویت، سندروم تونل کارپال (CTS: Carpal Tunnel Syndrome) و سایر اختلالات اسکلتی- عضلانی در اندام فوقانی گردد (۲۰). Nassiri و همکارانش بر لزوم اجرای اقدامات مداخله ای و کنترل مدیریتی برای حذف یا کاهش ارتعاش دست - بازو در کارگران به منظور پیشگیری از بروز اختلالات اسکلتی - عضلانی، ناراحتی و خستگی زودرس تأکید بسیاری نمودند (۲۱). با توجه به اینکه دست عضو حیاتی بدن است و تمامی فعالیت های صنعتی با این عضو از بدن انجام می شود و در صورت وجود نقص و ناتوانی در دست ها نه تنها زیان های مالی و اقتصادی بسیاری به صنعت به جهت از دست دادن نیروی توانمند و ماهر خود می شود بلکه هزینه های بسیار گزافی نیز به خانواده ها تحمیل می گردد. بنابراین شناسایی عواملی که ممکن است توانایی این عضو را به خطر بیاندازد و اجرای اقداماتی مناسب به منظور کاهش و کنترل عوامل زیان آور مرتبط از اهمیت بسیار برخوردار است. لذا مطالعه حاضر با هدف تعیین تأثیر ورزش و استفاده از دستکش ضد ارتعاش بر نیروی چنگش قدرتی کارگران مواجهه یافته با ارتعاش دست- بازو انجام شد.

روش کار

مطالعه حاضر توصیفی - مداخله ای که جامعه مورد بررسی کارگران مرد شاغل در یکی از صنایع فلزی شهر

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2025-02-04]

اصفهان بودند. کارگرانی که از لحاظ جسمی و روانی سالم نبودند و سابقه بستری در بیمارستان به علت هرگونه ناراحتی اسکلتی - عضلانی، جسمی یا بیماری روانی، نقص مادرزادی و مصرف هرگونه دارو (داروهای مربوط به بیماری های جسمی، اعصاب و روان)، عدم تمایل به شرکت در پژوهش، عدم استفاده از دستکش ضد ارتعاش و شرکت نامنظم در تمرین های ورزشی را داشتند از مطالعه حذف گردیدند. سابقه کار حداقل ۱ سال یا بیشتر، کار با ابزار مرتعش در طول شیفت کاری، عدم مصرف هر گونه داروی مربوط به اختلالات اسکلتی - عضلانی، جسمی و روانی و اجرای مداخلات به طور مرتب از معیارهای ورود افراد به مطالعه بود.

کارگران شرکت کننده در پژوهش به مدت ۱۰ - ۷ ساعت در طول شیفت کاری با ابزار مرتعش کار می کردند و این ابزارها شامل دستگاه سنگ فرز، مته، اره نواری، بوکس باد و ماشین لیفتراک بود. بدین ترتیب از ۶۰ کارگری که با ارتعاش دست - بازو مواجهه داشتند، ۴۱ نفر دارای شرایط شرکت در پژوهش بودند. ابتدا ویژگی های دموگرافیک افراد با استفاده از پرسشنامه دموگرافیک که دارای سؤالاتی از قبیل سن، سابقه کار، وضعیت تأهل، فعالیت ورزشی، قد و وزن (جهت محاسبه BMI) و میزان تحصیلات بود، توسط افراد مورد بررسی تکمیل شد؛ سپس میزان ارتعاش دست - بازو و نیروی چنگش قدرتی به شرح زیر اندازه گیری گردید:

برای اندازه گیری ارتعاش دست - بازو از دستگاه ارتعاش سنج SV 106 ساخت شرکت SVANTEK لهستان استفاده شد. این دستگاه ۶ کاناله ضمن سنجش ارتعاش دست - بازو و ارتعاش تمام بدن قابلیت همزمان آنالیز صدا در ۱/۱ و ۱/۳ اکتاوباند را داشت. سنجش ارتعاش دست - بازو مطابق با استاندارد ISO 5349 و در سه محور x, y, z انجام شد (۲۲). اندازه گیری ارتعاش از طریق مجموع شتاب وزنی با ترکیب سه محور x, y, z و با استفاده از معادله (۱) صورت گرفت. از معادله (۱) برآیند شتاب ارتعاش و معادله (۲) شتاب ارتعاش مواجهۀ ۸ ساعته به دست آمد (۲۳). با توجه به قابلیت تجزیه فرکانسی دستگاه، میزان ارتعاش دست - بازو در پهنای فرکانسی یک سوم اکتاوباند بررسی گردید. دستگاه ارتعاش سنج توسط سازمان مجاز کالیبره و دارای گواهی کالیبراسیون بود.

$$a_{hw} = \sqrt[2]{a_{hwx}^2 + a_{hwy}^2 + a_{hwz}^2} \quad (۱)$$

a_{hw}: برآیند شتاب ارتعاش (m/s^2)

a_{hwx}: میزان شتاب مؤثر در محور x (m/s^2)

a_{hwy}: میزان شتاب مؤثر در محور y (m/s^2)

a_{hwz} : میزان شتاب مؤثر در محور z (m/s^2)

$$A(8) = a_{hw}\sqrt{\frac{T}{T0}} \quad (۲)$$

A: شتاب ارتعاش مواجهۀ ۸ ساعته (m/s^2)

T: مجموع زمان مواجهه روزانه (hr)

T_0: مدت زمان مرجع (۸ hr)

برای اندازه گیری قدرت چنگش دست کارگران از دستگاه دینامومتر عقربه ای مدل Jamar 63785 مطابق توصیه انجمن درمانگران دست آمریکا:ASHT) (American Society of Hand Therapists استفاده شد. قدرت چنگش دست کارگران در وضعیت ثابت و به صورت نشسته بر روی صندلی اندازه گیری گردید. بدین صورت که بازو بدون چرخش به بدن چسبیده بود و مچ دست در وضعیت ۳۰ — ۰ درجه اکستنشن و ۱۵ - ۰ درجه انحراف به سمت اولنار قرار گرفت (۲۴). برای دست غالب، چنگش را سه بار انجام دادند؛ برای جلوگیری از خستگی بین هر بار چنگش ۵-۲ دقیقه استراحت درنظر گرفته شد. از کارگران شرکت کننده درخواست شد که با حداکثر توان خود این عمل را حداقل به مدت ۵-۳ ثانیه انجام دهند. میانگین سه بار کوشش فرد به دسته دینامومتر به عنوان قدرت چنگش دست بر حسب کیلوگرم نیرو از روی صفحه نمایش دستگاه قرائت و ثبت گردید (۱۷). این آزمون قبل از اجرای مداخلات دو بار در طول شیفت کاری از کارگران گرفته شد: ۱) قبل از شروع

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2025-02-04]

کار در ساعت ۸/۵-۷/۵ صبح ۲) بعد از اتمام کار در ساعت ۱۹-۱۸ بعداز ظهر.

بعد از اندازه گیری ارتعاش دست - بازو و نیروی چنگش قدرتی کارگران، برنامه مداخله به مدت ۶۰ روز در ۳ گروه اجرا شد (۲۵, ۲۶). کارگران مورد بررسی با روش تصادفی به سه گروه: ۱. A (۱۴ نفر) ،۲. B (۱۴ نفر) و ۳. C (۱۳ نفر) تقسیم شدند. برنامهٔ مداخله ای در گروه A انجام حرکات ورزشی مربوط به دست و انگشتان دست، گروه B استفاده از دستکش ضد ارتعاش و گروه C استفاده از دستکش ضد ارتعاش و انجام حرکات ورزشی بود. دستکش ضد ارتعاش مورد استفاده از رایج ترین دستکش های ضد ارتعاش Ansell موجود در بازار مدل Vibragurd 07-112 و از جنس نیتریلی بود.

حرکات ورزشی دست ها و انگشتان طبق پیشنهاد کارشناس تربیت بدنی و تحت نظر وی به کارگران آموزش داده شد. این حرکات شامل: ۱. مشت کردن (به مدت ۳۰ تا ۶۰ ثانیه دستشان را مشت کرده و سپس مشت خود را باز نموده به گونه ای که انگشتانشان در کشیده ترین حالت بود، این حرکت را حداقل ۴ بار تکرار می کردند.)، ۲. تقویت چنگش دست (یک توپ نرم پلاستیکی را در کف دست خود گرفته و تا جایی که امکان داشت، فشار می دادند و چند ثانیه در همان حالت نگه می داشتند و سپس رها می کردند این حرکت را ۱۵ بار تکرار می کردند.)، ۳. تقویت نیشگون دست (توپ نرم پلاستیکی را با سرانگشتان خود فشار می دادند ۳۰ تا ۶۰ ثانیه در این حالت نگه داشته و سپس رها می کردند؛ این حرکت را ۱۵ بار تکرار می کردند.)، ۴. بلند کردن انگشتان دست (کف دستان خود را بر روی میز قرار می دادند و یکی از انگشتان خود را به آرامی بلند کرده و سپس پایین می آوردند. این حرکت را برای بقیه انگشتان دست خود انجام می دادند و ۱۲ بار تکرار می کردند.)، ۵. کشیدن انگشتان دست (کف دستان خود را کاملاً بر روی سطح میز می چسباندند بدون اینکه دردی در مفاصل انگشتان خود حس کنند.۳۰ تا ۶۰ ثانیه در این حالت نگه داشته و سپس رها می کردند؛ این حرکت را حداقل ۴ بار تکرار می کردند.). تمامی حرکات ورزشی در طول شیفت کاری کارگران و ۳ بار در هفته و در زمان استراحت آنان با حضور کارشناس اجرا گردید. پس از گذشت ۶۰ روز از اجرای مداخله، قدرت چنگش در هر سه گروه در پایان شیفت کاری اندازه گیری شد.

لازم به ذکر است ۲۰ نفر از کارگران مرد که هیچ مواجهه ای با ارتعاش نداشتند و در واحد اداری (واحد فروش، مالی، حسابداری، کارپرداز، فنی و مهندسی، کارگزینی و بازاریابی) مشغول به کار بودند به عنوان گروه شاهد در نظر گرفته شدند و مشخصات دموگرافیک و قدرت چنگش آنان در پایان شیفت کاری مورد بررسی قرار گرفتند. داده های جمع آوری شده با استفاده از نرم افزار SPSS-21 از طریق آمار توصیفی و آزمون های آماری Paired-Samples T-test و ضریب همبستگی پیرسون، اسپیرمن و اتا مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. سطح معنی دار برای آزمون های آماری ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

یافته ها

در این پژوهش ۴۱ نفر از کارگران مرد جهت ارزیابی تأثیر ورزش و دستکش ضد ارتعاش بر قدرت چنگش کارگران دارای مواجههٔ ارتعاش دست - بازو مورد بررسی قرار گرفتند. میانگین سنی کارگران مورد مطالعه ۶/۰۸±۳۴/۷ سال و میانگین سابقه کار ۵/۹±۹/۶ سال که از این تعداد کارگران۷۳/۲٪ آنان هیچ فعالیت ورزشی نداشتند، ۷۵/۶٪ هیچ گونه مواد دخانیاتی و سیگار مصرف نمی کردند. میانگین سنی ۲۰ نفر از کارگران گروه شاهد ۴/۱۵±۳۳/۴۷ سال و میانگین سابقه کار آنان ۶/۴±۱۰/۷۱ سال بود. جدول ۱ مشخصات دموگرافیک کارگران مورد مطالعه و شاهد را نشان می دهد.

همان طوری که در جدول ۲ نشان داده شده است، میانگین مواجهه کارگران با ارتعاش دست - بازو طبق شتاب ارتعاش معادل ۸ ساعته اندازه گیری شده برابر با۲/۹۷±۷/۲۸ متر بر مجذور ثانیه بود که با توجه به محدوده مجاز مواجهه شغلی در ایران (OEL) که برابر با ۲ m/s^2 است، نشان می دهد کارگران با مقادیری بیش از

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2025-02-04]

جدول ۱. مشخصات دموگرافیک جمعیت مورد مطالعه

متغیر		میانگین ± انحراف معیار	میانگین ± انحراف معیار (شاهد)	درصد فروانی (٪)	درصد فروانی (٪) (شاهد)
سن (سال)		۳۴/۷ ± ۳/۰۸	۳۳/۴۷±۴/۱۵	–	–
سابقه کار (سال)		۹/۶ ± ۵/۹	۱۰/۷۱±۶/۴	–	–
BMI (Kg/m^2)		۲۳/۳۷ ± ۲/۲۸	۲۲/۸۱ ± ۳/۴۱	–	–
وضعیت تأهل	مجرد	–	–	۷۸	۸۰
	متأهل	–	–	۲۲	۲۰
مصرف سیگار	خیر	–	–	۷۵/۶	۷۵
	بله	–	–	۲۴/۴	۲۵
فعالیت ورزشی	انجام فعالیت ورزشی	–	–	۷۳/۲	۹۰
	عدم انجام فعالیت ورزشی	–	–	۲۶/۸	۱۰
سطح تحصیلات	کمتر از دیپلم	–	–	۴۳/۹	۳۵
	دیپلم	–	–	۴۶/۳	۶۰
	لیسانس	–	–	۹/۸	۵

جدول ۲. سطح مواجهه شغلی کارگران با ارتعاش دست – بازو شتاب ارتعاش معادل ۸ ساعته (m/s^2)

میانگین ± انحراف معیار	حداکثر	حداقل
۷/۲۸ ± ۲/۹۷	۱۳/۱	۲/۶۹

جدول ۳. میانگین (انحراف معیار) قدرت چنگش (کیلوگرم نیرو) در گروه های مورد مطالعه قبل از اجرای مداخله

متغیر	میانگین ± انحراف معیار	حداکثر	حداقل
قبل از شروع کار با ابزار مرتعش (قبل از مواجهه با ارتعاش در ابتدای شیفت کاری)	۴۲/۱۶ ± ۳/۸	۵۰/۲۵	۳۷/۲۱
بعد از اتمام کار (بعد از مواجهه با ارتعاش در پایان شیفت کاری)	۳۹/۵۵ ± ۳/۹۷	۴۸/۶۴	۳۴/۲۱
گروه شاهد (در پایان شیفت کاری)	۴۵/۷۱ ± ۳/۳۵	۵۱/۳۶	۳۹/۶۸

حد مجاز مواجهه دارند.

میانگین قدرت چنگش کارگران قبل از کار با ابزار مرتعش ۴۲/۱۶±۳/۸ کیلوگرم نیرو و پس از پایان شیفت کاری و اتمام کار کارگر با ابزار مرتعش ۳۹/۵۵±۳/۹۷ کیلوگرم نیرو بود. نتایج نشان داد که قدرت چنگش کارگران گروه شاهد که با هیچ ابزار مرتعشی کار نمی کردند بالاتر از کارگران مورد مطالعه بود. در واقع افراد مواجهه یافته با ارتعاش در مقایسه با افرادی که هیچ

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2025-02-04]

جدول ۴. ضریب همبستگی Pearson و P_{Value} بین قدرت چنگش و پارامترهای مورد بررسی در دو گروه دارای مواجهه با ارتعاش و گروه شاهد

متغیر	P_{Value} (گروه مواجهه)	(R) ضریب همبستگی (گروه مواجهه)	P_{Value} (شاهد)	(R) ضریب همبستگی (شاهد)
ارتعاش (m/s^2)	<۰/۰۰۱	-۰/۴۱۱	-	-
سن (سال)	۰/۷۰۱	۰/۰۶۲	۰/۸۲	۰/۰۶
سابقه کار (سال)	۰/۹۱	۰/۰۱۸	۰/۸۹	۰/۰۱۸
BMI (Kg/m^2)	<۰/۰۰۱	۰/۵۷۷	۰/۰۱	۰/۵۶۴

جدول ۵. میانگین (انحراف معیار) قدرت چنگش (کیلوگرم نیرو) در گروه های مورد مطالعه قبل و بعد از مداخله

متغیر	میانگین ± انحراف معیار قبل از مداخله	میانگین ± انحراف معیار بعد از مداخله	اختلاف میانگین ± انحراف معیار قبل و بعد از مداخله	P_{Value}
گروه A (حرکات ورزشی)	۴۰/۰۱ ± ۳/۳۸	۴۰/۷۸ ± ۳/۳۶	۰/۷۷ ± ۰/۲۶	<۰/۰۰۱
گروه B (دستکش ضدارتعاش)	۳۹/۰۸ ± ۴/۳۹	۳۹/۶۵± ۴/۵	۰/۵۷ ± ۰/۳۴	<۰/۰۰۱
گروه C (حرکات ورزشی و دستکش ضدارتعاش)	۳۹/۵۷ ± ۳/۹۷	۴۱/۵ ± ۴/۳۵	۱/۹۳ ± ۰/۶۷	<۰/۰۰۱

مواجهه ای با ارتعاش نداشتند دارای قدرت چنگش کمتری بودند. جدول ۳ میزان قدرت چنگش در کارگران مورد مطالعه قبل از اجرای مداخله را نشان می دهد.

نتایج آزمون آماری Paired-Samples T-test نشان داد، نیروی چنگش قدرتی کارگران قبل و بعد از مواجهه با ارتعاش معنادار است (P_{Value}<۰/۰۰۱) به گونه ای که قدرت چنگش آنان بعد از مواجهه با ارتعاش کاهش می یابد. آزمون های آماری ضریب همبستگی مشخص کرد، قدرت چنگش با ارتعاش رابطه معنی دار و معکوسی دارد (P_{Value} <۰/۰۰۱، R=-۰/۴۱۱) به بیان دیگر با افزایش شتاب ارتعاش دست - بازو، قدرت چنگش کارگران کاهش می یافت؛ همچنین قدرت چنگش در پایان شیفت کاری در دو گروه کارگران مواجهه یافته با ارتعاش و گروه شاهد دارای رابطه معنادار بودند (P_{Value}<۰/۰۰۱). قدرت چنگش با BMI رابطه معنی دار (P_{Value}<۰/۰۰۱) و ضریب همبستگی (R=۰/۵۷۷) مناسبی داشت بدین معنی که با افزایش شاخص توده بدن، قدرت چنگش نیز افزایش می یافت. قدرت چنگش با سن و سابقه کار رابطه معنی داری نداشت در حالی که گروه بدون مواجهه با ارتعاش (شاهد) نیز قدرت چنگش با BMI رابطه معنادار و ضریب همبستگی مناسبی داشت. جدول ۴ نتایج ضریب همبستگی Pearson و P_{Value} بین قدرت چنگش و پارامترهای مورد بررسی در دو گروه دارای مواجهه با ارتعاش و گروه شاهد را نشان می دهد.

نیروی چنگش قدرتی با انجام فعالیت ورزشی رابطه معنی داری (P_{Value} =۰/۰۴) داشت ولی با سایر متغیرها از جمله وضعیت تأهل، مصرف سیگار و تحصیلات رابطه معناداری مشاهده نشد.

طبق نتایج ارائه شده در جدول ۵ حرکات ورزشی دست و انگشتان دست و استفاده از دستکش ضد ارتعاش در بهبود نیروی قدرت چنگشی تأثیرگذار بودند و با نیروی چنگشی قبل از مداخله رابطه معنی داری (P_{value}<۰/۰۰۱) داشتند، اما استفاده همزمان از دستکش ضد ارتعاش و انجام حرکات ورزشی در بهبود و افزایش قدرت چنگشی کارکنان از تأثیرگذاری بیشتری برخوردار بود به گونه ای که میانگین ۱/۹۳ کیلوگرم نیرو سبب افزایش نیروی چنگش کارگران نسبت به قبل از مداخله شد و همچنین رابطه معنی داری (P_{value}<۰/۰۰۱) بین نیروی چنگش

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2025-02-04]

کارکنان قبل و بعد از اجرای مداخله ترکیبی به دست آمد.

بحث

هدف از انجام این مطالعه تعیین تأثیر ورزش و استفاده از دستکش ضد ارتعاش بر نیروی چنگش قدرتی کارگران مواجهه یافته با ارتعاش دست-بازو بود. طبق نتایج به دست آمده میانگین ارتعاش دست بازو در کارگرانی که با ابزارهای مرتعش کار می کردند m/s^2 ۷/۲۸ بود و با توجه به محدوده مجاز مواجهه شغلی در ایران، این مقدار ارتعاش بیش از محد مجاز مواجهه بود. سلطانی و همکاران بیان کردن میزان مواجهه کارگران ریخته گری با ارتعاش دست - بازو بیش از حد مواجهه کشوری (m/s^2 ۸/۷۳) بوده است (۲۷).

میانگین نیروی چنگشی در گروه شاهد بیشتر از گروه مواجهه یافته با ارتعاش در قبل از شروع کار و پس از اتمام کار بود؛ همچنین میانگین نیروی چنگشی در کارگران قبل از شروع کار بیشتر از نیروی چنگشی پس از اتمام کار بود. آنالیز آماری در این مطالعه مشخص کرد، ضمن اینکه نیروی چنگش قدرتی کارگران قبل و بعد از مواجهه با ارتعاش معنادار است؛ بلکه نیروی چنگش با ارتعاش رابطه معنی دار و معکوسی دارد بدین معنی که ارتعاش فاکتوری بسیار تأثیرگذار بر نیروی چنگشی کارگران است و در صورت افزایش مقدار شتاب ارتعاش نیروی چنگش قدرتی آنان کاهش می یافت. Necking و همکاران در مطالعه خود گزارش کردند، قدرت چنگش و نیشگون کارگرانی که هیچ مواجهه ای با ارتعاش نداشتند در مقایسه با افراد مواجهه یافته با ارتعاش بیشتر بود (۲۸). در مطالعه Widia and Dawal نشان داده شد که قدرت چنگش با مقدار ارتعاش بالاتر و مدت زمان مواجهه طولانی تر کاهش چشم گیری دارد (۲۹). کاهش قدرت چنگش افرادی که با ابزارهای مرتعش کار می کنند به دلیل اعمال نیروی بیشتر برای حفظ ثبات در حین انجام کار است (۳۰). Buhaug و همکاران عوارض مواجهه با ارتعاش دست - بازو را بروز اختلالات اسکلتی -عضلانی شامل تورم، درد، التهاب تاندون ها، کاهش قدرت گرفتن ابزار توسط دست و عوارض عصبی شامل کاهش حس لامسه و ضعف در دست ها بیان نمودند. آنها در مطالعهٔخود گزارش کردند به علت مواجهه دست با ارتعاش، حس لامسه کاهش و ضعف و ناتوانی در دست ها افزایش می یابد در نتیجه توانایی و قدرت دست ها برای گرفتن ابزار یا وارد آوردن نیرو کاهش می یابد (۱۵). مواجهه طولانی مدت با ابزارهای مرتعش و افزایش شتاب ارتعاش در تغییر عملکرد افراد و کاهش توانایی انجام کار کارکنان مؤثر است (۳۱). کاهش نیروی چنگش قدرتی در کارگران مواجهه یافته با ارتعاش دست - بازو می تواند زنگ خطری برای کارگران، کارفرمایان و مسئولین بهداشت باشد زیرا نیروی چنگش قدرتی به عنوان یک عامل مهم در پیش بینی معلولیت ها و اختلالات اسکلتی - عضلانی شناخته شده است (۱۹).

نیروی چنگش با BMI رابطه معنی دار و مستقیمی داشت؛ به عبارت دیگر با افزایش BMI (شاخص توده بدن) در هر دو گروه شاهد و گروه مواجهه یافته با ارتعاش، نیروی چنگشی افزایش می یافت. Sallinen و همکاران در مطالعهٔ قدرت چنگش افراد بزرگسال رابطه معنی داری بین قدرت چنگش و شاخص توده بدنی افراد گزارش کردند (۳۲). غلامیان و همکاران در بررسی ارتباط بین شاخص توده بدنی با نیروی چنگش ظریف و قوی مشخص کردند، BMI با نیروی چنگش دارای همبستگی معنی دار و مثبتی است و افرادی که BMI بیشتری دارند از نیروی چنگش بالاتری برخوردار هستند. سن و سابقه کار با نیروی چنگش رابطه معنی داری نداشتند که با نتایج مطالعهٔ غلامیان و همکاران همسو بود (۳۳). سوری و همکاران نشان دادند که با افزایش سن نیروی چنگش کارکنان افزایش می یابد (۳۴). Werle و همکاران نیز در بررسی نیروی چنگش در رنج سنی ۹۶ – ۱۹ سال ارتباط معنی داری بین قدرت چنگش و سن به دست آوردند (۳۵) که با نتایج مطالعه حاضر هم خوانی نداشت. احتمالاً تفاوت این نتایج به دلیل اختلاف در جامعه مورد بررسی و کم بودن پراکندگی در

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2025-02-04]

رنج سنی کارکنان در مطالعه حاضر می باشد. همچنین جمعیت مورد بررسی افراد شاغلی بودند که هنوز در سن بازنشستگی و کهولت قرار نداشتند که می تواند از دلایل اختلاف نتایج حاضر با مطالعات بیان شده، باشد. رابطه معنی داری بین فعالیت ورزشی (ورزش کردن) و نیروی چنگش به دست آمد. Villareal و همکاران بیان نمودند، ورزش کردن به صورت مداوم و منظم سبب افزایش حجم عضله نسبت به چربی می شود و قدرت فیزیکی افراد را افزایش می دهد (۳۶).

مقدار نیروی چنگش قدرتی در هر ۳ گروهی که مداخلات حرکات ورزشی، استفاده از دستکش ضد ارتعاش و مداخله ترکیبی (استفاده همزمان از دستکش ضد ارتعاش و حرکات ورزشی) اجرا شد نسبت به قبل از اجرای مداخلات افزایش یافت و رابطه معناداری به دست آمد، البته تأثیر مداخله ترکیبی بیشتر بود. شاید این نتیجه بدین علت است که انجام حرکات ورزشی در کاهش درد و رنج ناشی از کار با ابزار مرتعش مؤثر است و استفاده از دستکش ضد ارتعاش با جذب شتاب ارتعاشی از بروز اثرات مضر ارتعاش بر ناحیه دست - بازو پیشگیری می کند ولی زمانی که این دو مورد با یکدیگر به کار برده شود اثر افزایشی دارد و این اثر افزایشی در این مطالعه با افزایش بالاتر نیروی چنگش مشاهده گردید. مداخلات و اقدامات ارگونومی علاوه بر کاهش سطح ریسک منجر به افزایش بهره وری و اثربخشی سازمان می شوند (۳۷). انجام حرکات ورزشی به عنوان مداخلات ارگونومی در پیشگیری از بروز اختلالات اسکلتی - عضلانی ناشی از کار مؤثر می باشد (۲۵). در پژوهشی گزارش شد، انجام تمرینات ورزشی سبب افزایش زمان پایداری چنگش و کاهش ناتوانی اندام فوقانی خواهد شد. Staal و همکارانش انجام تمرینات ورزشی را عاملی برای برگشت به کار و کاهش درد و اختلالات اسکلتی - عضلانی ناشی از کار بیان کردند (۳۸). Dong و همکارانش نقش استفاده از دستکش ضد ارتعاش در جذب نیروی ارتعاشی ناحیه دست - بازو را بسیار مهم گزارش کردند (۳۹).

نتیجه گیری

نتایج این مطالعه مشخص کرد، ارتعاش در کاهش نیروی چنگش قدرتی تأثیرگذار است؛ زیرا مواجهه با ارتعاش دست - بازو بر سلامت کارکنان به ویژه ناحیهٔ دست و انگشتان دست آنان اثر منفی می گذارد. بنابراین با رعایت پارامترهای ارگونومیکی در محیط کار از قبیل استفاده از ابزار دستی مطابق با اصول ارگونومیکی، انتخاب نیروی کار مناسب (از لحاظ BMI) جهت کار با ابزار مرتعش، اجرای مداوم حرکات ورزشی دست و انگشتان دست و سایر اقدامات و مداخلات ارگونومی مدیریتی و مهندسی و در مرحله آخر استفاده از دستکش ضد ارتعاش در جهت کاهش مدت زمان مواجهه با ارتعاش و کاهش شتاب ارتعاش قدمی مؤثر به منظور جلوگیری از بروز بیماری ها و عوارض مرتبط با شغل برداشت و علاوه بر تأمین و حفظ سلامت نیروی کار از افزایش هزینه های درمانی، افزایش غیبت از کار به علت بروز بیماری های شغلی و کاهش راندمان کاری جلوگیری کرد. در این مطالعه گروهی که حرکات ورزشی دست را انجام دادند نسبت به گروهی که فقط از دستکش ضد ارتعاش استفاده کردند دارای نیروی چنگش مطلوبتری بودند و از آنجایی حرکات ورزشی روشی ساده، ارزان قیمت و دردسترس است، در کنار سایر اقدامات کنترلی مناسب با آموزش حرکات ورزشی مناسب، نظارت بر اجرای حرکات ورزشی و تشویق کارگران به اجرای مداوم آن علاوه بر بهبود نیروی چنگش و کاهش ناراحتی و خستگی در دست و انگشتان دست کارگران می توان از آنان در برابر بروز اثرات سوء ارتعاش دست - بازو نیز محافظت کرد. با توجه به اینکه کاهش نیروی چنگش می تواند زمینهٔ بروز اختلالات اسکلتی - عضلانی یا سندرم ارتعاش دست – بازو در افراد باشد می توان از نیروی چنگش قدرتی افراد برای غربالگری کارکنان در معرض خطر و بیماری های مرتبط با ارتعاش دست - بازو استفاده نمود.

عدم همکاری برخی از کارگران برای شرکت در پژوهش و مورد بررسی قرار دادن مردان و عدم بررسی زنان با توجه به اهداف پژوهش (کارگران در معرض ارتعاش دست - بازو) و کوچک بودن حجم نمونه از محدودیت های مطالعه حاضر

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2025-02-04]

می باشد. پیشنهاد می گردد این مطالعه در حجم های بسیار بزرگتر و از چندین صنعت فلزی در مناطق مختلف کشور در هر دو جنسیت زن و مرد انجام شود و سایر متغیرها از قبیل اختلالات اسکلتی - عضلانی، علائم بالینی و شرایط فیزیکی محیط کار کارگران نیز مورد بررسی قرار گیرد.

تشکر و قدردانی

نویسندگان صمیمانه از مدیریت محترم، سرپرستان و کارگران گرامی صنعت فلزی در شهر اصفهان که ما را در انجام این تحقیق یاری فرمودند تشکر و قدردانی به عمل می آورند.

REFERENCES

1. South T. Managing noise and vibration at work: Routledge; 2013.
2. Taiar R, Machado CB, Chiementin X, Bernardo-Filho M. Whole body vibrations: physical and biological effects on the human body: CRC Press; 2018.
3. Lundström R, Baloch AN, Hagberg M, Nilsson T, Gerhardsson L. Long-term effect of hand-arm vibration on thermotactile perception thresholds. Journal of Occupational Medicine and Toxicology. 2018;13(1):19.
4. Gerhardsson L, Hagberg M. Style: J of occupational medicine and toxicology vibration induced injuries in hands in long-term vibration exposed workers. Journal of Occupational Medicine and Toxicology. 2019;14(1):21.
5. TaMrin SBM, Jamalohdin MN, Ng YG, Maeda S, ALI NAM. The characteristics of vibrotactile perception threshold among shipyard workers in a tropical environment. Industrial health. 2012;50(2):156-63.
6. Dewangan K, Tewari V. Characteristics of hand-transmitted vibration of a hand tractor used in three operational modes. International journal of industrial ergonomics. 2009;39(1):239-45.
7. Aritan AE. Investigation of Correlation of Excavator Operators' Hand-Arm Vibration Exposure with Produced Rock Physical-Mechanical Properties in Natural Stone Quarries. Mining, Metallurgy & Exploration. 2020;37(1):231-8.
8. Griffin M. Handbook of human vibration: Academic press. 2012.
9. Azmir N, Ghazali M, Yahya M, Ali M. Hand-arm vibration disorder among grass-cutter workers in Malaysia. International Journal of Occupational Safety and Ergonomics. 2016;22(3):433-8.
10. Costa N, Arezes P, Melo R. Effects of occupational vibration exposure on cognitive/motor performance. International Journal of Industrial Ergonomics. 2014;44(5):654-61.
11. House R, Krajnak K, Jiang D. Factors affecting finger and hand pain in workers with HAVS. Occupational Medicine. 2016;66(4):292-5.
12. Bayat R, Aliabadi M, Golmohamadi R, Shafiee Motlagh M. Assessment of exposure to hand-arm vibration and its related health effects in workers employed in stone cutting workshops of Hamadan city. Journal of Occupational Hygiene Engineering. 2016;3(1):25-32.
13. Mirzaei R, Biglari H, Beheshti M, Fani M. Assessment of workers' exposure to hand-arm and whole body vibration in one of the furniture industries in east of Tehran. Iranian Journal of Health, Safety and Environment. 2015;2(1):196-203.
14. Bovenzi M. Health effects of mechanical vibration. G Ital Med Lav Ergon. 2005;27(1):58-64.
15. Buhaug K, Moen B, Irgens Å. Upper limb disability in Norwegian workers with hand-arm vibration syndrome. Journal of occupational medicine and toxicology. 2014;9(1):5.
16. Pollard J, Porter W, Mayton A, Xu X, Weston E. The effect of vibration exposure during haul truck operation on grip strength, touch sensation, and balance. International journal of industrial ergonomics. 2017;5(23):31-7.
17. Allahyari T, Khalkhali H, Jafari S. Measuring power hand grip strength in a sample of students aged 19-36 in Urmia. Journal of Ergonomics. 2015;3(3):44-50.
18. Puh U. Age-related and sex-related differences in hand and pinch grip strength in adults. International Journal of Rehabilitation Research. 2010;33(1):4-11.
19. Choobineh A, Mohammadian M. Comparison of grip and pinch strengths of adults among five cities of Iran. Journal of School of Public Health and Institute of Public Health Research. 2014;11(3):65-81.
20. McDowell TW, Wimer BM, Welcome DE, Warren C, Dong RG. Effects of handle size and shape on measured

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2025-02-04]

grip strength. International Journal of Industrial Ergonomics. 2012;42(2):199-205.
21. Nassiri P, Mohammadi I, Beheshti M, Azam KA. Root Mean Square Acceleration (RMS), Crest Factor and Hand-Arm Vibration Dose Value In Tiller Users. International Journal of Occupational Hygiene. 2014;6(4):156-64.
22. Rytkönen E, Sorainen E, Leino-Arjas P, Solovieva S. Hand-arm vibration exposure of dentists. International archives of occupational and environmental health. 2006;79(6):521.
23. Gomes HM, Savionek D. Measurement and evaluation of human exposure to vibration transmitted to hand-arm system during leisure cyclist activity. Revista Brasileira de Engenharia Biomédica. 2014;30(4):291-300.
24. Nicolay CW, Walker AL. Grip strength and endurance: Influences of anthropometric variation, hand dominance, and gender. International journal of industrial ergonomics. 2005;35(7):605-18.
25. Fadaei F, Habibi E, Karamiani F, Hasanzadeh A, Ordudari Z. The effect of 8 weeks of Kinesio Taping and sport program on grip endurance of manufacturing industrial female assembly workers. Health and Safety at Work. 2020;10(1):87-95.
26. Janbozorgi A, Karimi A, Rahnama N, Karimian R, Ghasemi G. An ergonomic analysis of musculoskeletal disorder risk in tutors by Quick Exposure Check (QEC) method and the effect of 8-week selective corrective exercises and ergonomic intervention on their encounter. J Res Rehabil Sci. 2012;8(5):919-27.
27. 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. Iranian Journal of Ergonomics. 2018;6(1):40-9.
28. Necking L, Lundborg G, Friden J. Hand muscle weakness in long-term vibration exposure. Journal of Hand Surgery. 2002;27(6):520-5.
29. Widia M, Dawal S, editors. Investigation on Upperlimb Muscle Activity and Grip Strength During Drilling Task. International MultiConference of Engineers and Computer Scientists Vol III IMECS; 2010.
30. Xin DL, Harris MY, Wade CK, Amin M, Barr AE, Barbe MF. Aging enhances serum cytokine response but not task-induced grip strength declines in a rat model of work-related musculoskeletal disorders. BMC musculoskeletal disorders. 2011;12(1):63.
31. 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 Journal of Occupational and Environmental Medicine. 2008;20(2):119-26.
32. Sallinen J, Stenholm S, Rantanen T, Heliövaara M, Sainio P, Koskinen S. Hand-grip strength cut points to screen older persons at risk for mobility limitation. Journal of the American Geriatrics Society. 2010;58(9):1721-6.
33. Gholamian J, Habibi E, Ordudari Z. Assessment of the Relationship between the Reaction Time, Age, Gender, and Body Mass Index of People with Grip and Pinch Strength. Journal of Health System Research. 2019;14(4):473-79.
34. Soury S, Habibi E, Hasan Zadeh H. Measuring factors affecting grip strength base on ASHT (American society of hand therapists. Journal of Health System Research 2014;10(4):719-28.
35. Werle S, Goldhahn J, Drerup S, Simmen BR, Sprott H, Herren D. Age-and gender-specific normative data of grip and pinch strength in a healthy adult Swiss population. Journal of Hand Surgery (European Volume). 2009;34(1):76-84.
36. Villareal D, Smith G, Sinacore D, Shah K, Mittendorfer B. Multicomponent exercises including muscle power training enhance muscle mass, power output, and functional outcomes in institutionalized frail nonagenarians. integrative Physiology. 2011; 19(2):312-8.
37. Pouyakian M, Saremi M, Etemad K, Shafagh H. Investigation of ergonomic issues of pharmacies: Conducted qualitative study. Health and Safety at Work. 2018;8(3):265-82.
38. Staal JB, Hlobil H, van Tulder MW, Köke AJ, Smid T, van Mechelen W. Return-to-work interventions for low back pain. Sports Medicine. 2002;32(4):251-67.
39. Dong R, McDowell T, Welcome D, Smutz W. Correlations between biodynamic characteristics of human hand–arm system and the isolation effectiveness of anti-vibration gloves. International Journal of Industrial Ergonomics. 2005;35(3):205-16.

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2025-02-04]