Journal of Health and Safety at Work 2022; 12(3): 483-498

ORIGINAL RESEARCH PAPER

Effect of Anti-Fatigue Mat on Leg Muscle Discomfort and Muscle Activity Due to Prolonged Work in Upright Position among Production Workers

Zutiqa Aqmar Yazuli[1], Putri Anis Syahira Mohamad Jamil[1], Nur Athirah Diyana Mohammad Yusof[1], Karmegam Karuppiah[*1], Enoch Kumar Perimal[4], Hassan Sadeghi Naeini[5], Sivasankar Sambasivam[1], Puvanasvaran A. Perumal[7]

[1] Department of Environmental and Occupational Health, Faculty of Medicine and Health Sciences, Universiti Putra Malaysia, 43400 UPM Serdang, Selangor, Malaysia
[2] Department of Environmental Engineering, Faculty of Engineering and Green Technology, Universiti Tunku Abdul Rahman, Jalan Universiti, Bandar Barat, 31900 Kampar, Perak, Malaysia
[3] Engineering and Technology Department, Razak Faculty of Technology and Informatics, Universiti Teknologi Malaysia Kuala Lumpur, Jalan Sultan Yahya Petra, 54100 Kuala Lumpur, Malaysia
[4] Department of Biomedical Sciences, Faculty of Medicine and Health Sciences, Universiti Putra Malaysia, 43400 UPM Serdang, Selangor, Malaysia
[5] School of Architecture and Environmental Design, Iran University of Science and Technology, Tehran, Iran
[6] School of Engineering, UOW Malaysia KDU University College, Glenmarie Campus, Jalan Kontraktor U1/14, Seksyen U1, 40150, Shah Alam, Selangor, Malaysia
[7] Department of Manufacturing Management, Faculty of Manufacturing Engineering, Universiti Teknikal Malaysia Melaka (UTeM), Hang Tuah Jaya, 76100 Durian Tunggal, Melaka, Malaysia

Received: 2021-12-3 Accepted: 2022-7-17

ABSTRACT

Introduction: The manufacturing, service professions, and other occupations commonly require their employees to spend more than 2 hours of their workday in an upright position which can potentially cause temporary or permanent health effects. The objective of this study is to determine the effect of anti-fatigue mats on leg muscle discomfort and muscle activity due to prolonged standing.

Material and Methods: A total of 100 workers were involved in the study. The control and experimental group stood for 2 hours in a controlled room with or without the anti-fatigue mat while sorting an assortment of mixed items. Borg's scale questionnaire and EMG signals were used to monitor the muscle discomfort and activity of the respondents.

Results: The discomfort ratings and muscle activity in the experimental group were always at lower levels compared to the control group, which meant there was a reduction in mean perceived exertion rating for the knees, calves, and feet, i.e., 1.8, 2.5 and 2.6, respectively. The results showed that there was a statistically significant ($P < 0.001$) difference in the Borg's scale of discomfort ratings and leg muscle activity between both groups.

Conclusion: The anti-fatigue mat can have a positive effect in preventing muscle discomfort and reduce muscle activity among the respondents during prolonged standing.

Keywords: *Prolonged work in upright position, Anti-fatigue mat, Discomfort, Borg's scale, EMG*

HOW TO CITE THIS ARTICLE

Aqmar Yazuli Z, Anis Syahira Mohamad Jamil P, Athirah Diyana Mohammad Yusof N, Karuppiah K, Kumar Perimal E, Sadeghi Naeini H, Sambasivam S, Perumal PA. Effect of Anti-Fatigue Mat on Leg Muscle Discomfort and Muscle Activity Due to Prolonged Work in Upright Position among Production Workers. J Health Saf Work. 2022; 12(3): 483-498.

* Corresponding Author Email: *megam@upm.edu.my*

Copyright © 2022 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 journals.tums.ac.ir on 2024-10-06]

[DOR: 20.1001.1.2251807.1401.12.3.2.6]

1. INTRODUCTION

Work-related Musculoskeletal Disorders (WMSDs) development are common occupational diseases these days in Malaysia. According to the Malaysian Social Security Organisation's (SOCSO) (2013) statistics, there were 694 ergonomics related cases, out of the 2,630 cases of occupational related cases, which meant that for every four cases reported to SOCSO; one was related to musculoskeletal disorders.

Prolonged work in an upright position is one of the risk factors related to occupational injuries in the workplace. There are many effects of prolonged standing such as reduced productivity and quality of work and increased medical cost and absenteeism. Eventually, when employers have to recruit and train new workers, the employer will be spending a large amount of money.

There are many scientific methods used as interventions to reduce the occurrence of MSDs. These interventions include sit-stand stools vibration, anti-fatigue mats and shoe insoles. Our study aimed at highlighting the effect of the intervention of an anti-fatigue mat on comfort and muscle activity among employee during prolonged standing in the workplace.

2. MATERIAL AND METHODS

The pre-post experimental design was used for this study. This study was conducted at a manufacturing plant located in the state of Selangor in Malaysia. The particular work unit was selected due to receiving many complaints of body pain from the workers in this unit and the in turn has caused an increase of absenteeism among them. The respondents were selected based on the inclusive (male, age between 19-35 years old, normal Body Mass Index (BMI) of 18.5-24.9) and exclusive criteria (have any physical injury, have immediate complaints of MSDs, have any cardiovascular disease, and do not have adequate rest).

Sampling method

A total of 100 male respondents were randomly selected to participate in the present study and fulfilled the inclusive and exclusive criteria checklists. The selected respondents were then randomly divided into two groups. The study was conducted at the selected area in the plant to control external factors such as humidity, lighting, temperature and noise. The respondents were provided with standardized shoes made from the same material with different sizes.

Questionnaire & Instruments

i) Pre-survey questionnaire

All respondents must answer a pre-survey questionnaire and undergo a physical examination (to measure their height and weight) to ensure the respondents meet the required criteria of the study.

ii) Borg Scale Measurement

The subjective measurements are one of the important methods in measuring the discomfort or comfort levels for the respective users, the Borg CR-10 scale, therefore, was used. The Borg RPE scale has been compared with other linear scales such as the Visual Analogue Scale (VAS) and Likert scales. The sensitivity and reproducibility of the results are broadly similar, although the work done suggests that the Borg scale may outperform the Likert scale in some scenarios.

iii) Electromyography (EMG)

The ADI Instruments (Power Lab) was used as tools for conducting measurements and analyzing calf muscle activity. EMG is a non-invasive technique for measuring electrical muscle activity resulting from the contraction and relaxation of muscle exercises. The surface electromyography (sEMG) electrodes are attached at the calf area, specifically at the gastrocnemius muscle and tibialis anterior muscle for both lower legs. The signals were recorded to measure the muscle activity in the area.

Data collection techniques

Each session took 2 hours to be completed during the prolonged standing. Meanwhile, the respondents needed to sort the mixed items and separate them into three specific boxes on the table based on the color of the items. An adjustable table was also used during the collection of the data in the study to ensure the participants' comfort and their body physique. The respondents were required to evaluate their discomfort levels for the upper and lower body on the Borg's CR-10 questionnaire every 15 minutes from the beginning until the end of two hour session. At the same time, EMG signals were used to monitor recorded muscle activity for the right and left legs with the surface of the electrode attached. The results of the questionnaires and readings from the sEMG were analyzed using Statistical Package for Social Sciences Software (SPSS) Version 22.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-10-06]

[DOR: 20.1001.1.2251807.1401.12.3.2.6]

3. RESULTS AND DISCUSSION

Respondents' age ranged from 19 to 35 years old, due to the fact that this range of age is usually classified as a young adult. A previous study stated that the younger employees tend to recover quicker than the older employees in terms of discomfort and fatigue during prolonged work in an upright position. We decided to control the age of participants to avoid factors that may affect the data of muscle activity and their weight and height.

Data Distribution of Discomfort Rating Between Experimental and Control Groups:

Borg's Scale has been used to evaluate the discomfort rating for both groups, in general, Borg's scale was used to compare ten different body parts of respondents, i.e., neck or head, shoulder, upper back, arms and hands, low back, buttock, thighs, knees, calf, ankles and feet. It represents the discomfort level rating of each of their body parts during the 2 hours of testing with and without the intervention (anti-fatigue mat).

The results indicated that the respondents experienced discomfort on their body parts during the testing process. With the presence of intervention (anti-fatigue mat), other body parts, especially the leg showed comfort compared that of without the intervention.

The previous studies have shown that the discomfort level could be decreased by standing on a soft mat compared to standing on a hard surface for a long period of time. Many employees gave positive feedbacks, where the softer surface was more comfortable compared to the hard surfaces.

The result showed that the lower body parts had the highest mean of perceived exertion rating compared to the upper body parts among the tested respondents who did not use the anti-fatigue mat (control group) at the 120th minutes. These findings assigned that the mean subjective ratings of lower extremity discomfort were significantly higher at the 2-hour mark and above.

Therefore, companies are recommended to install anti-fatigue mats at workstations to increase body comfort while performing work tasks in a standing position.

Comparison of Differences of Discomfort

The MANOVA results are shown in Table 1. It can be observed that there was a statistically significant difference in the Borg's scale of discomfort ratings between both groups for certain body parts, especially for the lower body parts throughout the testing session.

A previous study supported the notion that discomfort can occur at first 15 minutes of standing where people tend to be standing for a long time, bending, reaching doing awkward twisting activities. There were statistically significant differences between the shoulder and upper back part ($p<0.05$) continuously at the 60th until the 120th minute. Thus, generally, it can be concluded that only the shoulder and upper back part of the body showed statistically significant differences between the control and experimental groups.

For the lower body part, it was observed that there were statistically significant differences at the 45th, 60th, 75th, 90th, 105th and 120th minutes for the lower back part, which showed stronger sustainability of significant difference. For the knees, there were statistically significant differences from the 30th minute until the 120th minute. Next, there were statistically significant differences in the

Table 1. MANOVA for Borg's Scale (n=100) Multivariate Tests[a]

Effect		Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.
Intercept	Pillai's Trace	1.000	725500037.987[b]	21.000	78.000	0.001
	Wilks' Lambda	**0.000**	**725500037.984[b]**	**21.000**	**78.000**	**0.001**
	Hotelling's Trace	195326933.303	725500037.984[b]	21.000	78.000	0.001
	Roy's Largest Root	195326933.303	725500037.984[b]	21.000	78.000	0.001
Group	Pillai's Trace	1.000	20152813.543[b]	21.000	78.000	0.001
	Wilks' Lambda	0.000	20152813.543[b]	21.000	78.000	0.001
	Hotelling's Trace	5425757.492	20152813.543[b]	21.000	78.000	0.001
	Roy's Largest Root	5425757.492	20152813.543[b]	21.000	78.000	0.001

a. Design: Intercept + Group
b. Exact statistic
c. Computed using alpha = .05

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-10-06]

[DOR: 20.1001.1.2251807.1401.12.3.2.6]

Table 2. MANOVA for overall surface EMG levels (n=100) Multivariate Tests[a]

Effect		Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.
Intercept	Pillai's Trace	1.000	365706.419[b]	25.000	74.000	0.001
	Wilks' Lambda	0.000	365706.419[b]	25.000	74.000	0.001
	Hotelling's Trace	123549.466	365706.419[b]	25.000	74.000	0.001
	Roy's Largest Root	123549.466	365706.419[b]	25.000	74.000	0.001
Group	Pillai's Trace	1.000	46608.751[b]	25.000	74.000	0.001
	Wilks' Lambda	0.000	46608.751[b]	25.000	74.000	0.001
	Hotelling's Trace	15746.199	46608.751[b]	25.000	74.000	0.001
	Roy's Largest Root	15746.199	46608.751[b]	25.000	74.000	0.001

a. Design: Intercept + Group
b. Exact statistic
c. Computed using alpha = .05

calves during the 30th, 60th, 75th, 90th, 105th and 120th minutes. For the feet, there were statistically significant differences between the 60th and the 120th minute. The results of tiredness and fatigue are higher in the lower body part compared to the upper body region.

The American Podiatric Association has reported that in the United States, 83% of industrial workers experienced lower back pain and feet pain and discomfort associated with prolonged standing. The results highlight significant reductions in discomfort ratings for the body parts on the whole in the experimental group when tested with ergonomic intervention (anti-fatigue mat) compared to the control group.

3.2 Data Distribution of Surface Electromyography Levels

The results showed reductions in EMG levels for both muscles of the right and left legs in the experimental group compared to the control group.

In Table.2, the readings were higher in the control group compared to the experimental group. As shown in Table 3, the surface readings of electromyography pattern for the tibialis anterior muscle in the left leg showed the same reading for the 15th minute but starting in the 30th minute until 120th minute, the readings started to show slight difference, where the control group showed higher readings compared to the experimental group.

With reference to Table 3, the gastrocnemius muscle in the right legs showed the readings of electromyography for both groups at the 15th minute mark were almost the same for everyone. The effects of prolonged work in an upright position will lead to the development of discomfort and fatigue in the muscles. Previous studies have shown that the discomfort levels increased over time for the whole body, especially for the lower limb. The discomfort level change starts from the first 30 minutes and after 90 minutes of standing. Nevertheless, starting from the 45th until 120th minute, it was observed that the reading of the surface electromyography in the control group was higher compared to the experimental group.

The reading for gastrocnemius muscle in the left leg for the 15th minute and 30th minute marks showed the same readings. Starting from the 45th minute until the 120th minute, the control group showed higher readings compared to the experimental group. Thus, the anti-fatigue mat was capable of reducing discomfort levels for standing as the floor conditions and duration of standing significantly influences the level of discomfort of participants both in field and laboratory settings.

The readings of the surface electromyography for the tibialis anterior muscle in the right leg, when being compared between the control and experimental groups, showed that the p-value was significant at the 30th minute mark until the 120th minute mark. These findings were supported in previous studies which also stated that people could be exposed to MSDs because the muscle tends to work extra hard to maintain the static position, increase in the tension of the muscles and decrease of the elasticity of tissue. It was also the same for the tibialis anterior muscle in the left legs, where the p-values were significant at <0.0001. This indicates that the tension of the tibialis muscles in the control groups have increased when compared to the experimental groups.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-10-06]

[DOR: 20.1001.1.2251807.1401.12.3.2.6]

Table 3. MANOVA for overall surface EMG levels (n=100) Tests of Between-Subjects Effects

Muscle parts	Time (min)	df	Mean Square	F	Sig.
Tibialis Anterior Right	15	1	0.230	2.062	0.154
	30	1	1.772	8.104	**0.005***
	45	1	1.212	5.678	**0.019***
	60	1	1.924	9.369	**0.003***
	75	1	2.716	13.628	**0.001***
	90	1	3.671	20.041	**0.001***
	105	1	5.167	29.779	**0.001***
	120	1	8.088	50.055	**0.001***
Tibialis Anterior Left	15	1	1.776E-14	0.000	1.000
	30	1	0.150	0.979	0.325
	45	1	1.988	14.491	**0.001***
	60	1	3.334	19.520	**0.001***
	75	1	3.445	19.583	**0.001***
	90	1	2.660	14.114	**0.001***
	105	1	4.427	16.014	**0.001***
	120	1	9.006	41.108	**0.001***
Gastrocnemius Posterior Right	15	1	0.000	0.000	1.000
	30	1	3.482	41.502	**0.001***
	45	1	8.225	166.042	**0.001***
	60	1	11.162	184.558	**0.001***
	75	1	10.576	44.694	**0.001***
	90	1	9.622	44.464	**0.001***
	105	1	10.240	48.336	**0.001***
	120	1	13.250	74.952	**0.001***
Gastrocnemius Posterior Left	15	1	1.066E-14	0.000	1.000
	30	1	7.105E-15	0.000	1.000
	45	1	8.779	67.695	**0.001***
	60	1	12.560	151.523	**0.001***
	75	1	20.169	316.291	**0.001***
	90	1	22.877	270.769	**0.001***
	105	1	29.063	440.836	**0.001***
	120	1	39.942	381.174	**0.001***

*P-value significant at <0.05

In brief, it can be observed from the abovementioned results that there were statistically significant differences between both gastrocnemius posterior and tibialis anterior muscles for both the experimental and control groups. The usage of an anti-fatigue mat has been able to reduce the surface EMG readings. Therefore, this ergonomic intervention (anti-fatigue mat) is one of the solutions that may resolve or reduce the risk of getting musculoskeletal diseases among the employees by fitting the work environment to them.

4. CONCLUSION

In conclusion, the usage of an anti-fatigue mat as an ergonomic feature in the manufacturing industry may provide a beneficial outcome to the industry, which decreases muscle discomfort and activity among the workers. Therefore, using a proper anti-fatigue mat as an ergonomic intervention could reduce the ergonomic risks and ergonomics injuries related to prolonged work in an upright position.

5. ACKNOWLEDGMENT

The authors would like to acknowledge the Department of Environment and Occupational Health, University Putra Malaysia and the workers from the manufacturing company that participated in this study for providing all the facilities and assistance during the research work.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-10-06]

[DOR: 20.1001.1.2251807.1401.12.3.2.6]

بررسی اثربخشی کف‌پوش‌های ضد خستگی در کاهش ناراحتی و سطح فعالیت عضلانی ساق پا در فعالیت‌های ایستاده طولانی‌مدت کارگران

زوتیق یازولی[۱]، پوتری جمیل[۱]، نور آتریا یوسف[۱]، کارمگام کاروپیا [۱*]، کومار پریمال[۲]، حسن صادقی نایینی[۳]، سیواسانکار سامباسیوان[۱]، پووانا‌ساواران پرومال[۴]

[۱] گروه بهداشت حرفه و محیط، دانشکده پزشکی و علوم بهداشتی، دانشگاه پوترا، سلانگور، مالزی
[۲] گروه علوم بیومدیکال، دانشکده پزشکی و علوم بهداشتی، دانشگاه پوترا، سلانگور، مالزی
[۳] گروه طراحی صنعتی، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه علم و صنعت، تهران، ایران
[۴] گروه مدیریت تولید، دانشکده مهندسی تولید، دانشگاه فنی ملاکا، ملاکا، مالزی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۹/۱۲، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۴/۲۶

چکیده

مقدمه: کار در صنایع، امور خدماتی و سایر مشاغلی که انجام کار در آن‌ها مستلزم ایستادن‌های طولانی‌مدت بیش از دو ساعت می‌باشد، کارگران را در معرض مخاطرات بهداشتی موقت یا دائم قرار می‌دهد. در این مطالعه سعی شده تا اثر به‌کارگیری کف‌پوش‌های ضد خستگی حین انجام کارهای ایستاده بر سطح ناراحتی، خستگی و تنش‌های عضلانی پاها، موردبررسی قرار گیرد.

روش کار: تعداد ۱۰۰ کارگر در یکی از صنایع تولیدی در استان سلانگور مالزی در دو گروه مورد (استفاده از زیرپایی) و کنترل و در طی دو ساعت کار ایستاده ممتد موردمطالعه قرار گرفتند. میزان ناراحتی درک شده با استفاده از مقیاس بورگ و سطح فعالیت عضلات ناحیه ساق با استفاده از دستگاه الکترومیوگرافی جمع‌آوری گردید.

یافته ها: نتایج نشان داد که میزان تنش‌های عضلانی در اندام‌ها در گروهی که که از کف‌پوش‌های ضد خستگی استفاده می‌کرده‌اند به طور معنی‌داری در مقایسه با گروه کنترل برای نواحی زانو، عضلات ساق پا و کف پاها، به ترتیب به مقدار ۱/۸، ۲/۵ و ۲/۶ درصدکمتر بوده است. براساس مقیاس بورگ سطح ناراحتی احساس شده در عضلات نیز بین دو گروه اختلاف معنی‌داری داشته است ($P<۰/۰۰۱$).

نتیجه گیری: با استناد به نتایج به‌دست‌آمده، تجهیز سطوح انجام کار به کف‌پوش‌های ضد خستگی می‌تواند در کاهش ناراحتی‌های اسکلتی عضلانی و خستگی‌های ناشی از انجام کارهای ایستاده طولانی‌مدت مؤثر باشد.

کلمات کلیدی: *کار ایستاده، کف‌پوش ضد خستگی، ناراحتی عضلانی، مقیاس بورگ، الکترومیوگرافی*

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول مکاتبه: *megam@upm.edu.my*

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-10-06]

[DOR: 20.1001.1.2251807.1401.12.3.2.6]

مقدمه

صدمات اسکلتی عضلانی (MSDs) ازجمله صدمات معمول و رایج در بین نیروهای کار در مالزی محسوب می‌شود. به استناد گزارش اداره ایمنی و بهداشت‌کار مالزی (DOSH)، غرامت‌های دستمزد مرتبط با صدمات شغلی ناشی از عدم توجه به اصول ارگونومی بیش از سایر بیماری‌ها می‌باشد. اداره آمار سازمان امنیت اجتماعی مالزی (۲۰۱۳) از بین ۲۶۳۰ مورد بیماری‌های شغلی، ۶۹۴ مورد را مربوط به صدمات شغلی ناشی از عدم توجه به اصول ارگونومی صنعتی گزارش کرده است. در سایر کشورها نیز آمار حاکی از شیوع صدمات اسکلتی عضلانی مرتبط با ارگونومی شغلی می‌باشد و بر اهمیت مداخلات ارگونومی تأکید می کند (۳-۱). جانگسان و همکارانش (۲۰۱۸) بیان کردند که صدمات اسکلتی عضلانی یکی از صدمات معمول در کشور کره محسوب و از فاکتورهای کاهش راندمان شغلی تلقی می‌شود (۴). کشورهای اروپایی نیز از این قاعده مستثنی نیستند و افت راندمان شغلی یادشده در این کشورها در حدود ۲ درصد تولید ناخالص داخلی گزارش شده است (۵). در ایران نیز مطالعات مختلف ضمن تأکید بر لزوم پیشگیری از این دسته از عوارض به اهمیت پوسچرهای کاری و ویژگی‌های ایستگاه‌های کار به‌عنوان ریسک فاکتورهای بروز این دسته از صدمات اشاره داشته‌اند (۶-۷).

در بین ریسک فاکتورهای مختلف بروز صدمات اسکلتی عضلانی مرتبط با کار (WMSDs)، انجام مشاغل ایستاده درازمدت حائز اهمیت است. بررسی‌ها حاکی از این است که افرادی که به کارهای ایستاده طولانی‌مدت مشغول‌اند، ممکن است ناراحتی‌های اسکلتی عضلانی متعددی مانند کمردرد، احساس درد در پاها و هم‌چنین تنش‌های عضلانی که با تست‌های الکترومیوگرافی نیز قابل‌اثبات هستند را تجربه کنند (۸).

در هندوستان میلیون‌ها کارگر در معرض عوارض ناشی از انجام کارهای طولانی‌مدت ایستاده قرار دارند که به‌نوبه خود منجر به بیلیون‌ها روز کار ازدست‌رفته شده است (۹). بی‌تردید این دسته از فعالیت‌ها ضمن کاهش کارایی به بروز صدمات متنوع جسمانی منجر خواهد شد.

روش‌های متعددی در خصوص مداخله ارگونومیک به‌منظور کاهش صدمات اخیر وجود دارد که در آن‌ها معیارها و وسایل مختلف مانند صندلی‌های نشسته-ایستاده کف‌پوش‌های ضد خستگی، زیره و کفی های مختلف برای کفش بررسی می‌شود (۱۲-۱۰). در برخی بررسی‌ها، شیب‌دار بودن سطح استقرار پاها و تأثیر آن بر کاهش تنش‌های عضلات اندام تحتانی مورد ارزیابی قرار گرفته است (۱۳). یکی دیگر از روش‌هایی که برای کنترل این دسته از صدمات مورد دقت قرار گرفته است، به‌کارگیری زیر پایی می باشد. هدف از انجام مطالعه حاضر بررسی اثربخشی کف‌پوش‌های خستگی به‌عنوان یک مداخله ارگونومی و اثر آن بر سطح راحتی عضلات و هم‌چنین فعالیت‌های عضلانی پاها می باشد. البته تأکید می‌شود که این دسته از مطالعات کاربردی در صنایع تولیدی گروه هدف در استان سلانگور کمتر به‌صورت مداخلات کاربردی اصلاح شرایط ارگونومیک محیط کار مورد دقت قرار گرفته است؛ لذا این مطالعه بر لزوم گسترش این دسته از بررسی‌های در صنایع این استان نیز تأکید دوچندان دارد.

روش کار

آزمودنی‌ها و متغیرهای مطالعه

مطالعه تجربی حاضر، برای تعیین اثربخشی به‌کارگیری کف‌پوش‌های ضد خستگی بر سطح راحتی و فعالیت عضلات پاها، طراحی شده است. آزمودنی‌ها را کارگران یکی از صنایع تولیدی در استان سلانگور در مالزی تشکیل دادند که به‌صورت تصادفی در دو گروه شاهد و کنترل موردبررسی قرار گرفتند. صنعت مزبور تعداد ۳۹۷ شاغل داشته که در دو شیفت بین ساعات ۷ الی ۱۵ و ۱۵ الی ۲۳ مشغول به کار بودند. تعداد ۱۰۰ کارگر سالم- ازنظر جسمی- از بین این افراد موردبررسی قرار گرفتند. فعالیت موردبررسی این دسته از کارگران که به حالت ایستاده طولانی‌مدت انجام می‌شود شامل انتقال دستی جعبه از روی نقاله به روی پالت بوده است.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-10-06]

[DOR: 20.1001.1.2251807.1401.12.3.2.6]

کارگران موردمطالعه مردان سالم با دامنه سنی ۱۹ تا ۳۵ سال با شاخص توده بدنی ۱۸/۵ تا ۴۲/۹ بودند که فرم‌های مشارکت داوطلبانه در پژوهش را تکمیل و تأیید نمودند. معیارهای خروج از مطالعه شامل موارد زیر بود:

- دارا بودن سابقه حوادث فیزیکی در طی سال قبل از بررسی (به‌ویژه در اندام تحتانی)
- ابراز ناراحتی اسکلتی عضلانی در اندام‌های بدن
- بیماری‌های قلبی عروقی
- نداشتن زمان‌های استراحت کافی در فعالیت‌های روزانه

در این بررسی بر اساس لیست شماره پرسنلی کارگران و با به‌کارگیری روش مندرج در درگاه اینترنتی نمونه‌برداری پژوهش (راندمایزر)، نمونهٔ لازم به‌صورت تصادفی انتخاب شد. از افرادی که با معیارهای پذیرش مطابقت داشتند، خواسته شد که حداقل سه روز پیش از شرکت در مطالعه از انجام فعالیت‌های جسمانی سنگین خودداری نمایند. یک‌صد کارگر مدنظر به دو گروه ۵۰ تایی مورد و کنترل تقسیم شدند که به ترتیب فعالیت خود را با کف‌پوش‌های ضد خستگی و بدون کف‌پوش به انجام رساندند. محیط موردمطالعه ازنظر سروصدا، درجه حرارت، میزان روشنایی و رطوبت تحت کنترل بوده است و کارگران موردمطالعه همگی از کفش‌های استاندارد و مشابه ازنظر جنس، استفاده می‌کردند.

در این بررسی، کار ایستاده (با و بدون کف‌پوش) به‌عنوان متغیر مستقل و سطح ناراحتی ناحیه ساق پا و میزان فعالیت عضلات کف پاها بعد از انجام کار ایستاده دوساعته به عنوان متغیر های وابسته در نظر گرفته شد. عوامل محیطی ازجمله نور و درجه حرارت در این مطالعه کنترل شدند.

تجهیزات و ابزارها

در این بررسی تمامی آزمودنی‌ها به یک پرسشنامه پیش‌آزمون پاسخ دادند که مواردی ازجمله اطلاعات فردی و سطح سلامت را شامل می‌شد. همه کارگران در خصوص روند انجام پژوهش توجیه شده و فرم‌های موافقت خویش را جهت شرکت در مطالعه، امضاء نمودند. ضمناً هر فرد در هر زمانی که تمایل داشت، می‌توانست آزادانه از ادامه همکاری انصراف دهد. سایر ابزارهای مورداستفاده در پژوهش حاضر در ادامه شرح داده شده است:

مقیاس بورگ

ازآنجایی‌که سنجش‌های ذهنی، یکی از روش‌های معمول در تعیین سطح راحتی یا ناراحتی افراد تلقی می‌شود، در این پژوهش نیز برای تعیین این دسته از پاسخ‌ها از مقیاس بورگ ده‌تایی (CR-۱۰) استفاده شد (۱۴). در این روش که توسط گونار بورگ (۱۹۸۲) توسعه داده‌شده، سطح ناراحتی بین صفر تا ۱۰ نمره دهی می‌شود (۱۵).

دستگاه الکترومیوگرافی

در این مطالعه از دستگاه الکترومیوگرافی سطحی (دستگاه ADI با الکترودهای سطحی SX۲۳۰ شرکت بیومتریک انگلیسی) استفاده شد. برای ثبت سطح فعالیت دو عضله از عضلات ساق پا یعنی عضله دوقلو (Gastrocnemius) و عضله درشت‌نی قدامی (Tibialis) (هر دو ساق پا) (۱۶)، الکترودها در هر دو سمت چپ و راست عضلات قرار گرفت. دراین‌ارتباط استاندارد اروپایی SENIAM مورداستفاده قرار گرفت.

مداخله کف‌پوش ضد خستگی

در این مطالعه از کف‌پوش‌های ضد خستگی پا با معیارهای اداره ایمنی کف/سطح (NFSI) استفاده شد (۱۷). این کف‌پوش‌های آنتی الکترواستاتیک، ساخت کمپانی GSE از لاستیک نیتریل بوتادی ان و مقاوم به روغن، اسید و قلیا ساخته شده‌اند و با ابعاد ۱۵۲/۴ در ۹۱/۴ سانتیمتر مورداستفاده قرار گرفتند.

فرایند انجام کار

آزمودنی‌ها در هر دو گروه آزمایش و کنترل به کار ایستاده دوساعته در اتاقی با دمای ۲۶ درجه سلسیوس

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-10-06]

[DOR: 20.1001.1.2251807.1401.12.3.2.6]

جدول ۱. ویژگی‌های دموگرافیک آزمودنی‌ها (تعداد=۱۰۰ نفر)

متغیرها	گروه کنترل (۵۰ نفر) میانگین (انحراف معیار)	گروه آزمایش (۵۰ نفر) میانگین (انحراف معیار)
سن	۲۲/۴۰ (۱/۹۷۹)	**۲۱/۸۰ (۱/۶۱۶)**
شاخص توده بدنی	۲۲/۵۷ (۱/۷۳)	**۲۱/۸۷ (۱/۹۸)**
ساعات خواب	۶/۸۰ (۱/۱۸)	**۶/۹۰ (۰/۷۰۷)**

جدول ۲. مقایسه توزیع ویژگی‌های دموگرافیک آزمودنی‌ها در دو گروه

متغیرها	Mean Difference (95% CI)	t-value (df)	P-value
سن	۰/۰۴ (۰/۱۲۶, ۰/۰۴۶)	۰/۹۳ (۸۸/۶۹۷)	**۰/۳۵۷**
اندیس توده بدن	۰/۸۸ (۱/۰۵۲-۰/۷۴۷)	۱/۴۰۰ (۹۸/۱۱۲)	**۰/۱۶۵**
ساعات خواب	۰/۱۹ (۰/۴۱۰, ۰/۰۳۰)	۱/۷۲ (۶۷/۳۰۵)	**۰/۰۹۰**

و نور کافی و به ترتیب بر روی کف‌پوش ضد خستگی و بدون کف‌پوش، گمارده شدند و از آن ها خواسته شد تا بسته‌هایی را که در سه گروه با سه رنگ متفاوت قرار داشتند را دسته‌بندی نمایند. گروه اول، بسته‌هایی به رنگ قرمز، گروه دوم و سوم به ترتیب آبی و سبز بودند (۱۸). برای آزمودنی‌ها، میز قابل تنظیم مهیا شده بود که با بدنی کشیده و در شرایط راحت و متناسب با قد ایشان به فعالیت بپردازند. کارگران در طی فعالیت دوساعته خویش از ابتدا تا انتهای فعالیت و در فواصل زمانی هر ۱۵ دقیقه، مقیاس بورگ را تکمیل می‌کردند و در همین زمان نیز سیگنال‌های الکترومیوگرافی افراد ثبت می‌شد. نتایج به‌دست‌آمده به کمک نرم‌افزار Spsswin ۲۳ آنالیز شد. این توضیح لازم است که کد اخلاق مربوطه نیز برای این پژوهش دریافت شد (FPSK (EXP۱۶-OSH)[1] U۰۴۰) و همهٔ آزمودنی‌ها فرم‌های مربوطه را امضاء نمودند.

یافته ها

این مطالعه که در یکی از صنایع استان سلانگور مالزی به انجام رسید و مشخصات آزمودنی‌ها در جدول شماره ۱ ارائه شده است. مطابق با آزمون آماری MANOVA، بین ویژگی‌های افرادی که در دو گروه آزمودنی و کنترل شرکت داشتند، اختلاف معنی‌داری (P>۰/۰۵) وجود نداشت (جدول شماره ۲). مطابق با خود اظهاری افراد مشارکت‌کننده در تحقیق، متوسط میزان خواب آزمودنی‌ها قبل از انجام آزمایش‌ها، هفت ساعت (۶/۷۸±۱/۰۸۳) بوده است.

آنالیز آماری چند متغیره MANOVA نتایج مقیاس بورگ در دو گروه موردبررسی نشان داد که به‌طور معنی‌داری، گروه مورد آزمایش که فعالیت ایستاده دوساعته خود را بر روی کف‌پوش‌های ضد خستگی انجام دادند، میزان ناراحتی ابرازشده کمتری نسبت به گروه دیگر داشتند (جدول شماره ۳).

بررسی حاضر نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین بروز این ناراحتی ها در شانه‌ها و کمر، در بازه‌های زمانی ۶۰ و ۱۲۰ دقیقه وجود دارد. در مورد احساس ناراحتی در دست‌ها نیز بین دقایق ۳۰، ۶۰، ۱۰۵، ۱۲۰ اختلاف معنی‌دار ثبت شده است. البته این الگو به‌صورت خطی ادامه‌دار نبوده است. به استناد نتایج حاصله، در بروز

1کد اخلاق دانشگاه یو پی ام مالزی

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-10-06]

[DOR: 20.1001.1.2251807.1401.12.3.2.6]

احساس ناراحتی در عضلات شانه‌ها و کمر بین دو گروه کنترل و شاهد اختلاف معنی‌دار وجود داشته است.

در خصوص عضلات سرینی این اختلاف وجود نداشته است. در مورد عضلات ران فقط بین دقایق ۶۰ و ۱۲۰ اختلاف معنی‌داری به ثبت رسیده است. این مورد برای ناحیه زانو مربوط به اختلاف سطح ناراحتی در دقایق ۳۰ و ۱۲۰ بوده است. در بخش عضلات ساق پا اختلاف معنی‌دار در سطح ناراحتی و خستگی بین دقایق ۳۰، ۶۰، ۷۵، ۹۰، ۱۰۵ و ۱۲۰ گزارش شد.

نتایج نشان داد که سطح خستگی در اندام‌های تحتانی

جدول ۳. نتایج مقیاس بورگ بر اساس اندام در بین دو گروه کنترل و آزمایش

مناطق بدن	اعضای بدن	زمان (دقیقه)	df	Mean Square	F	Sig.
اندام فوقانی	سر	۰	۱	۰/۰۰۰	.	.
		۱۵	۱	۰/۰۲۲	۵/۴۴۴	۰/۰۲۲*
		۳۰	۱	۰/۰۲۳	۱/۹۶۰	۰/۱۶۵
		۴۵	۱	۰/۰۲۳	۱/۹۶۰	۰/۱۶۵
		۶۰	۱	۰/۱۶۰	۴/۴۸۰	۰/۰۳۷*
		۷۵	۱	۰/۵۶۲	۱۸/۴۶۷	۰/۰۰۱*
		۹۰	۱	۱/۴۴۰	۱۲/۲۵۰	۰/۰۰۱*
		۱۰۵	۱	۰/۷۲۳	۰/۶۰۲	۰/۴۴۰
		۱۲۰	۱	۸/۱۲۲	۶/۱۴۶	۰/۰۱۵*
	شانه	۰	۱	۰/۰۰۰	.	.
		۱۵	۱	۰/۰۲۲	۱/۹۶۰	۰/۱۶۵
		۳۰	۱	۰/۰۰۲	۱/۱۰۵	۰/۷۴۶
		۴۵	۱	۰/۰۲۳	۱/۴۵۰	۰/۵۰۴
		۶۰	۱	۰/۳۶۰	۷/۳۸۱	۰/۰۰۸*
		۷۵	۱	۰/۳۶۰	۴/۳۳۹	۰/۰۴۰*
		۹۰	۱	۱۲/۲۵۰	۱۵/۳۳۲	۰/۰۰۱*
		۱۰۵	۱	۲۱/۶۲۳	۱۵/۳۳۲	۰/۰۰۱*
		۱۲۰	۱	۳۰/۸۰۳	۱۷/۰۰۴	۰/۰۰۱*
	تنه	۰	۱	۰/۰۰۰	.	.
		۱۵	۱	۰/۰۱۰	۰/۴۶۷	۰/۴۹۶
		۳۰	۱	۰/۰۰۲	۰/۱۰۵	۰/۷۴۶
		۴۵	۱	۰/۱۲۲	۲/۷۲۵	۰/۱۰۲
		۶۰	۱	۲/۵۶۰	۸/۷۱۷	۰/۰۰۴*
		۷۵	۱	۱۰/۵۶۳	۹/۸۰۴	۰/۰۰۲*
		۹۰	۱	۱۸/۹۹۲	۱۷/۱۵۱	۰/۰۰۱*
		۱۰۵	۱	۴۰/۵۷۷	۲۵/۲۹۴	۰/۰۰۱*
		۱۲۰	۱	۴۵/۱۵۸	۲۴/۶۶۹	۰/۰۰۱*
	دست	۰	۱	۰/۰۰۰	.	.
		۱۵	۱	۰/۰۰۰	.	.
		۳۰	۱	۰/۰۲۲	۵/۴۴۴	۰/۰۲۲*
		۴۵	۱	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۱/۰۰۰
		۶۰	۱	۰/۳۰۳	۱۹/۱۸۸	۰/۰۰۱*
		۷۵	۱	۰/۰۱۰	۰/۲۹۰	۰/۵۹۱
		۹۰	۱	۰/۴۹۰	۴/۴۰۱	۰/۰۳۸
		۱۰۵	۱	۸/۴۱۰	۱۱/۶۹۰	۰/۰۰۱*
		۱۲۰	۱	۹/۹۲۲	۱۳/۹۸۶	۰/۰۰۱*

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-10-06]

[DOR: 20.1001.1.2251807.1401.12.3.2.6]

ادامه جدول ۳. نتایج مقیاس بورگ بر اساس اندام در بین دو گروه کنترل و آزمایش

مناطق بدن	اعضای بدن	زمان (دقیقه)	df	Mean Square	F	Sig.
اندام تحتانی	کمر	۰	۱	۰/۰۰۰	.	.
		۱۵	۱	۰/۰۶۲	۱/۰۲۳	۰/۳۱۴
		۳۰	۱	۰/۲۰۳	۳/۲۲۹	۰/۰۷۵
		۴۵	۱	۰/۸۱۰	۱۰/۳۷۶	۰/۰۰۲*
		۶۰	۱	۴/۸۴۰	۱۸/۰۵۶	۰/۰۰۱*
		۷۵	۱	۶/۵۰۲	۶/۴۳۸	۰/۰۱۳*
		۹۰	۱	۱۴/۸۲۳	۱۳/۳۳۸	۰/۰۰۱*
		۱۰۵	۱	۴۴/۲۲۲	۲۵/۰۵۰	۰/۰۰۱*
		۱۲۰	۱	۶۸/۸۹۰	۲۶/۳۵۴	۰/۰۰۱*
	سرینی	۰	۱	۰/۰۰۰	.	.
		۱۵	۱	۰/۰۰۰	.	.
		۳۰	۱	۰/۳۰۳	۱۹/۱۸۸	۰/۰۰۱*
		۴۵	۱	۰/۰۱۰	۰/۳۹۴	۰/۵۳۲
		۶۰	۱	۰/۵۶۳	۷/۵۱۹	۰/۰۰۶*
		۷۵	۱	۰/۶۴۰	۷/۹۷۰	۰/۰۰۶*
		۹۰	۱	۰/۱۲۲	۰/۰۷۹	۰/۷۷۹
		۱۰۵	۱	۱۲/۲۵۰	۵/۴۹۹	۰/۰۲۱*
		۱۲۰	۱	۱۱/۹۰۳	۵/۲۳۲	۰/۰۲۴*
	ران	۰	۱	۰/۰۰۰	.	.
		۱۵	۱	۰/۰۲۲	۱/۹۶۰	۰/۱۶۵
		۳۰	۱	۰/۰۱۰	۰/۲۶۲	۰/۶۱۰
		۴۵	۱	۰/۲۰۲	۳/۵۲۸	۰/۰۶۳
		۶۰	۱	۱/۳۲۳	۱۲/۷۰۰	۰/۰۰۱*
		۷۵	۱	۰/۰۴۰	۰/۱۸۴	۰/۶۶۹
		۹۰	۱	۲/۱۰۲	۳/۲۰۰	۰/۰۷۷
		۱۰۵	۱	۴/۰۰۰	۱/۸۱۱	۰/۱۸۱
		۱۲۰	۱	۲۵/۰۰۰	۸/۲۰۳	۰/۰۰۵*
	زانو	۰	۱	۰/۰۰۰	.	.
		۱۵	۱	۰/۰۲۲	۱/۹۶۰	۰/۱۶۵
		۳۰	۱	۰/۴۹۰	۱۰/۰۰۴	۰/۰۰۲*
		۴۵	۱	۰/۴۲۳	۵/۵۹۱	۰/۰۲۰*
		۶۰	۱	۳/۶۱۰	۳۶/۶۶۱	۰/۰۰۱*
		۷۵	۱	۳/۴۲۳	۱۰/۱۵۶	۰/۰۰۲*
		۹۰	۱	۲۱/۱۶۰	۱۷/۰۱۴	۰/۰۰۱*
		۱۰۵	۱	۳۰/۸۰۲	۹/۳۲۵	۰/۰۰۳*
		۱۲۰	۱	۳۹/۰۶۲	۱۰/۵۳۷	۰/۰۰۲*
	ساق	۰	۱	۰/۰۰۰	.	.
		۱۵	۱	۰/۰۵۲	۰/۰۵۲	۰/۸۲۰
		۳۰	۱	۴/۸۸۶	۴/۸۶۶	۰/۰۳۰*
		۴۵	۱	۱/۵۵۶	۱/۵۵۶	۰/۲۱۵

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-10-06]

[DOR: 20.1001.1.2251807.1401.12.3.2.6]

ادامه جدول ۳. نتایج مقیاس بورگ بر اساس اندام در بین دو گروه کنترل و آزمایش

مناطق بدن	اعضای بدن	زمان (دقیقه)	df	Mean Square	F	Sig.
اندام تحتانی	ساق	۶۰	۱	۷/۹۸۳	۷/۹۸۳	۰/۰۰۶*
		۷۵	۱	۱۵/۱۷۶	۱۵/۱۷۶	۰/۰۰۱*
		۹۰	۱	۱۵/۳۲۸	۱۵/۳۲۸	۰/۰۰۱*
		۱۰۵	۱	۲۱/۱۹۱	۲۱/۱۹۱	۰/۰۰۱*
		۱۲۰	۱	۱۱/۸۸۱	۱۱/۸۸۱	۰/۰۰۱*
	کف پا	۰	۱	۰/۰۰۰	.	.
		۱۵	۱	۰/۰۴۰	۰/۸۳۲	۰/۳۶۴
		۳۰	۱	۰/۱۲۳	۱/۰۸۱	۰/۳۰۱
		۴۵	۱	۰/۲۰۲	۰/۴۰۰	۰/۵۲۸
		۶۰	۱	۱۲/۲۵۰	۶/۴۴۴	۰/۰۱۳*
		۷۵	۱	۳۷/۲۱۰	۱۱/۷۸۶	۰/۰۰۱*
		۹۰	۱	۳۳/۰۶۳	۱۱/۰۳۹	۰/۰۰۱*
		۱۰۵	۱	۵۲/۵۶۲	۹/۵۱۹	۰/۰۰۳*
		۱۲۰	۱	۷۴/۸۲۲	۱۰/۱۹۵	۰/۰۰۲*

N=۱۰۰

*P is significant at < ۰/۰۵

جدول ۴. نتایج آنالیز آماری (MANOVA) یافته‌های الکترومیوگرافی سطحی (تعداد = ۱۰۰ نفر) (تست چند عامله a)

اثر		Value	F	dfفرضیه	خطای df	Sig.
Intercept	Pillai's Trace	۱/۰۰۰	۳۶۵۷۰۶/۴۱۹ b	۲۵/۰۰۰	۷۴/۰۰۰	۰/۰۰۱
	Wilks' Lambda	۰/۰۰۰	۳۶۵۷۰۶/۴۱۹ b	۲۵/۰۰۰	۷۴/۰۰۰	۰/۰۰۱
	Hotelling's Trace	۱۲۳۵۴۹/۴۶۶	۳۶۵۷۰۶/۴۱۹ b	۲۵/۰۰۰	۷۴/۰۰۰	۰/۰۰۱
	Roy's Largest Root	۱۲۳۵۴۹/۴۶۶	۳۶۵۷۰۶/۴۱۹ b	۲۵/۰۰۰	۷۴/۰۰۰	۰/۰۰۱
گروه	Pillai's Trace	۱/۰۰۰	۴۶۶۰۸/۷۵۱ b	۲۵/۰۰۰	۷۴/۰۰۰	۰/۰۰۱
	Wilks' Lambda	۰/۰۰۰	۴۶۶۰۸/۷۵۱ b	۲۵/۰۰۰	۷۴/۰۰۰	۰/۰۰۱
	Hotelling's Trace	۱۵۷۴۶/۱۹۹	۴۶۶۰۸/۷۵۱ b	۲۵/۰۰۰	۷۴/۰۰۰	۰/۰۰۱
	Roy's Largest Root	۱۵۷۴۶/۱۹۹	۴۶۶۰۸/۷۵۱ b	۲۵/۰۰۰	۷۴/۰۰۰	۰/۰۰۱

a. Design: Intercept+Group
b. Exact statistic
c. Computed using alpha=۰/۰۵

بیشتر از بخش‌های بالایی اندام بوده است.

نتایج سنجش‌های دو ساعتهٔ الکترومیوگرافی عضلات تیبا و گاستروسنموس در هر دو پاها و در بین دو گروه نشان داد که انقباض‌های عضلانی در بین افرادی که از کف‌پوش‌های ضد خستگی استفاده می‌کردند، کمتر بوده است. از طرفی بین پاسخ‌های الکترومیگرافی دقایق ۱۵ و ۱۲۰ فعالیت، اختلاف معنی‌دار وجود داشته است. این توضیح لازم است که در این روش، سیگنال‌های ناشی از تغییرات یونی در فیبرهای عضلات مزبور نشان‌دهنده انقباض‌های عضلات است؛ درواقع روشی است که در آن

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-10-06]

[DOR: 20.1001.1.2251807.1401.12.3.2.6]

جدول ۵. نتایج آنالیز آماری (MANOVA) یافته‌های الکترومیوگرافی سطحی و تفاوت بین عضلات (تعداد = ۱۰۰ نفر)

عضله	زمان (دقیقه)	df	Mean Square	F	Sig.
درشت‌نی قدامی-راست	۱۵	۱	۰/۲۳۰	۲/۰۶۲	۰/۱۵۴
	۳۰	۱	۱/۷۷۲	۸/۱۰۴	۰/۰۰۵*
	۴۵	۱	۱/۲۱۲	۵/۶۷۸	۰/۰۱۹*
	۶۰	۱	۱/۹۲۴	۹/۳۶۹	۰/۰۰۳*
	۷۵	۱	۲/۷۱۶	۱۳/۶۲۸	۰/۰۰۱*
	۹۰	۱	۳/۶۷۱	۲۰/۰۴۱	۰/۰۰۱*
	۱۰۵	۱	۵/۱۶۷	۲۹/۷۷۹	۰/۰۰۱*
	۱۲۰	۱	۸/۰۸۸	۵۰/۰۵۵	۰/۰۰۱*
درشت‌نی قدامی- چپ	۱۵	۱	$۱/۷۷۶\times ۱۰^{-۱۴}$	۰/۰۰۰	۱/۰۰۰
	۳۰	۱	۰/۱۵۰	۰/۹۷۹	۰/۳۲۵
	۴۵	۱	۱/۹۸۸	۱۴/۴۹۱	۰/۰۰۱*
	۶۰	۱	۳/۳۳۴	۱۹/۵۲۰	۰/۰۰۱*
	۷۵	۱	۳/۴۴۵	۱۹/۵۳۸	۰/۰۰۱*
	۹۰	۱	۲/۶۶۰	۱۴/۱۱۴	۰/۰۰۱
	۱۰۵	۱	۴/۴۲۷	۱۶/۰۱۴	۰/۰۰۱*
	۱۲۰	۱	۹/۰۰۶	۴۱/۱۰۸	۰/۰۰۱*
دوقلو راست	۱۵	۱	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۱/۰۰۰
	۳۰	۱	۳/۴۸۲	۴۱/۵۰۲	۰/۰۰۱*
	۴۵	۱	۸/۲۲۵	۱۶۶/۰۴۲	۰/۰۰۱*
	۶۰	۱	۱۱/۱۶۲	۱۸۴/۵۵۸	۰/۰۰۱*
	۷۵	۱	۱۰/۵۷۶	۴۴/۶۹۴	۰/۰۰۱*
	۹۰	۱	۹/۶۲۲	۴۴/۴۶۴	۰.۰۰۱
	۱۰۵	۱	۱۰/۲۴۰	۴۸/۳۳۶	۰/۰۰۱*
	۱۲۰	۱	۱۳/۲۵۰	۷۴/۹۵۲	۰/۰۰۱*
دوقلو چپ	۱۵	۱	$۱/۰۶۶\times ۱۰^{-۱۴}$	۰/۰۰۰	۱/۰۰۰
	۳۰	۱	$۷/۱۰۵\times ۱۰^{-۱۵}$	۰/۰۰۰	۱/۰۰۰
	۴۵	۱	۸/۷۷۹	۶۷/۶۹۵	۰/۰۰۱*
	۶۰	۱	۱۲/۵۶۰	۱۵۱/۵۲۳	۰/۰۰۱*
	۷۵	۱	۲۰/۱۶۹	۳۱۶/۲۹۱	۰/۰۰۱*
	۹۰	۱	۲۲/۸۷۷	۲۷۰/۷۶۹	۰/۰۰۱*
	۱۰۵	۱	۲۹/۰۶۳	۴۴۰/۸۳۶	۰/۰۰۱*
	۱۲۰	۱	۳۹/۹۴۲	۳۸۱/۱۷۴	۰/۰۰۱*

*P-value significant at < ۰/۰۵

فعالیت الکتریکی یادشده، ناشی از انقباض یا استراحت عضلات است.

طبق جدول (۵-۴)، آنالیز آماری MANOVA در بین داده‌های ثبت‌شده الکترومیوگرافی، نیز اختلاف معنی‌داری را در بین دو گروه، نشان می‌دهد. این نتایج، مشخص ساخته که بین تنش‌های عضلانی در دقایق ۱۵ و ۱۲۰ در عضلات ساق پا در بین افرادی که از کف‌پوش‌ها استفاده کرده‌اند و گروه کنترل (بدون استفاده از کف‌پوش

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-10-06]

[DOR: 20.1001.1.2251807.1401.12.3.2.6]

ضد خستگی)، اختلاف معنی‌دار وجود دارد. ضمناً اختلاف تنش‌های عضلانی در عضلات ساق پا در دقایق ۴۵ و ۱۲۰، کاملاً معنی‌دار بوده است (P<۰/۰۰۰۱). در خصوص عضلات گاستروسنمیوس نیز نتایج مشابه حاصل شده و اختلاف معنی‌داری بین تنش‌های عضلانی در بین دو گروه و در دقایق ۳۰ و ۱۲۰ برای پای راست و دقایق ۴۵ و ۱۲۰، به ثبت رسیده است.

بحث

همان‌گونه که در جدول ۲ نیز آمده است، بین ویژگی‌های افرادی که در دو گروه آزمودنی و کنترل شرکت داشتند، اختلاف معنی‌داری (P>۰/۰۵) وجود نداشت. در این بررسی با توجه به کنترل طیف سنی تحت پوشش یعنی ۱۹ تا ۳۵ سال و همچنین بازه (۲۱/۸۷–۲۲/۵۷) برای اندیس توده بدن، برای هر دو گروه آزمایش و کنترل، سعی شد تا از تأثیر عوامل مؤثر بر سطح فعالیت عضلانی ممانعت به عمل آید. از طرفی با عنایت به تأثیرات احتمالی خواب ناکافی بر روی فاکتورهای بیولوژیکی مرتبط با سطح ناراحتی و خستگی عضلات (۱۳)، از آزمودنی‌ها خواسته شد که قبل از روز آزمایش، خواب کافی داشته باشند. این توضیح لازم است که در مطالعات. به‌طورمعمول میزان خواب کافی برای بزرگ‌سالان حدود ۵ تا ۷ ساعت گزارش شده است (۱۹).

بررسی‌های مشابه نیز به این تمایز اشاره داشته‌اند (۱۷, ۲۰-۲۲). این توضیح لازم است که نتایج نشان داد که اندام‌های تحتانی در طی کار ایستاده دو ساعته بر روی سطح معمولی و بدون کف‌پوش (گروه کنترل)، در مقایسه با اندام فوقانی، میزان متوسط بیشتری بارکاری عضلانی را تحمل کرده‌اند (به‌تناسب اندام از ۱/۴ تا ۴/۵). یافته‌های اخیر در سایر مطالعات ذی‌ربط، نتایج مشابه را نشان داده است (۹, ۱۷, ۲۰-۲۳) و کاربست کف‌پوش‌های ضد خستگی برای صنایع توصیه شده است (۹, ۱۷, ۲۰, ۲۴, ۲۵). مطالعات نشان داده است که احساس ناراحتی در انجام کارهای ایستاده پس از گذشت ۱۵ دقیقه بروز خواهد کرد (۲۶). در مورد اختلاف معنی‌دار سطح خستگی در مقایسه استفاده و عدم استفاده از کف‌پوش‌های ضد خستگی، سایر مطالعات مشابه نیز این تفاوت را تأیید کرده‌اند (۹, ۲۳, ۲۴).

بررسی‌های پیشین هم حاکی از این است که انجام کارهای درازمدت و بدون استراحت کافی، احساس ناراحتی و خستگی در اندام‌های مختلف به‌ویژه شانه‌ها و تنه و هم‌چنین اندام تحتانی را به همراه خواهد داشت (۱۷).

در خصوص خستگی بیشتر اندام تحتانی نسبت به اندام فوقانی نیز بررسی‌های قبلی نشان داده است که عدم طراحی مناسب ایستگاه‌های کار به همراه استراحت‌های ناکافی بین کار باعث بروز خستگی‌های عضلانی و صدمات شغلی می‌شود (۱۷). ازاین‌رو مداخلات ارگونومیک برای کنترل این دسته از عوارض، ضرورت خواهد داشت که یکی از این اقدامات به‌کارگیری کف‌پوش‌های ضد خستگی (۱۷, ۲۷)و کفش‌های مناسب (۲۸) است.

مشابه نتایج حاصله در این پژوهش، بررسی‌های پیشین نیز نشان داده‌اند هرچند که کارهای ایستاده درازمدت باعث بروز ناراحتی‌هایی در تنه، عضلات هیپ و ران ها می‌شود اما این ناراحتی‌های در عضلات ساق پا و کف پاها بیش‌تر اتفاق می‌افتند (۲, ۲۴). ضمناً اشاره می‌شود که به استناد یک مقاله مروری (۲۰)، با موضوع تأثیر کف‌پوش‌ها در کاهش صدمات اسکلتی عضلانی در کارهای ایستاده بلندمدت، مشخص شد که میزان سختی سطوح با بروز ناراحتی‌های عضلانی مرتبط است. بررسی‌های مشابه دیگری هم بر خستگی در ناحیه پاها به‌ویژه در فواصل زمانی ۶۰ و ۹۰ دقیقه پس از انجام کار تاکید داشته‌اند (۱۷, ۱۹, ۲۶, ۲۹).

نتیجه گیری

در این مقاله پژوهشی که هدف اصلی آن، تعیین اثرات کف‌پوش‌های ضد خستگی در کاهش خستگی‌های شغلی در انجام کارهای ایستاده درازمدت بوده است، مشخص شد که این دسته از کف‌پوش‌ها می‌توانند به‌طور معنی‌داری از بروز خستگی‌ها و ناراحتی‌های عضلانی

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-10-06]
[DOR: 20.1001.1.2251807.1401.12.3.2.6]

و به‌ویژه در اندام تحتانی پیشگیری کند. زمانی که از کف‌پوش‌های ضد خستگی استفاده می‌شود، میزان ناراحتی‌های اندام مختلف ازجمله تنه، دست‌ها، عضلات سرینی، ران ها، زانوها، عضلات ساق و کف پاها، در طی دو ساعت کار ایستاده پیوسته در مقایسه با کار بر روی سطوح معمول، کاهش می‌یابد. از طرفی به استناد نتایج حاصل از سنجش‌های الکترومیگرافی، تنش‌های عضلانی در انجام کارهای ایستاده طولانی‌مدت نیز به‌واسطه استفاده از کف‌پوش‌های مزبور، تقلیل می‌یابد. ازاین‌رو، توصیه می‌شود که در این دسته از امور، ضمن در اختیار قرار دادن کفش‌های مناسب به کارگران، سطح انجام کار را با پوشش‌های ضد خستگی تجهیز کرده تا از عوارض محدودکننده شغلی که به‌واسطه انجام کارهای ایستاده ممتد، رخ می‌دهد، ممانعت به عمل آید. بی‌تردید کاهش خستگی و تنش‌های عضلانی به‌نوبه خود می‌تواند در راستای بهره‌وری حرفه‌ای مؤثر باشد. از طرفی میزان غرامت‌های دستمزد و هم‌چنین غیبت‌های ناشی از کار نیز تا حد لازم، کاهش خواهد یافت. هرچند که مطالعه حاضر، اثربخشی کاربرد این دسته از کف‌پوش‌ها را اثبات نموده اما توصیه می‌شود این نوع مطالعات در محیط‌های واقعی نیز انجام شود تا نتایج علمی آن بیش‌ازپیش مورد دقت قرار بگیرد. از طرفی توصیه می‌شود تفاوت بین سطح خستگی زنان و مردان نیز در بررسی‌های آتی، دنبال شود.

REFERENCES

1. Ebrahimi M, Azgahini M R, Nazari J, Safiyan A R. Assessment of Shoulder and Lower Back Muscles Activities of Carpet Weaver's in the Traditional and Ergonomic Workstations Using Electromyography. Journal of Health and Safety at Work. 2021; 11 (2) :196-212. [In Persian]
2. Forooresh E, Mazlumi A, Habibi M, Taghavi M, Soori Sh, Moharrami S, Ergonomic evaluation of body postures and effective risk factors contributing musculoskeletal disorder in barbers in SARDASHT. Journal of Health and Safety at Work. 2012; 1 (2) :45-50. [In Persian]
3. Eskandari D, Noorizad N, Saadati H, Mohammadpoor S, Gholami A, The prevalence of musculoskeletal disorders and occupational risk factors in Kashan SAIPA automobile industry workers by key indicator method (KIM), 1390. Journal of Health and Safety at Work. 2012; 2 (1) :27-36. [In Persian]
4. Park J, Kim Y, Han B. Work sectors with high risk for work-related musculoskeletal disorders in Korean men and women. Safety and health at work. 2018;9(1):75-8.
5. Coenen P, Parry S, Willenberg L, Shi JW, Romero L, Blackwood DM, Healy GN, Dunstan DW, Straker LM. Associations of prolonged standing with musculoskeletal symptoms—A systematic review of laboratory studies. Gait & posture. 2017;58:310-8.
6. Mazloumi A, Kazemi Z, Mehrdad R, Vahedi Z, Hajizadeh L. Risk Factors of Low Back Pain in Iranian Workers during 2000-2015: a systematic review. Intranational Journal of Occupational Hygiene. 2020;12(3):239-255.
7. Mazloumi A, Mehrdad R, Kazemi Z, Vahedi Z, Hajizade L. Risk Factors of Work Related Musculoskeletal Disorders in Iranian Workers during 2000-2015. Journal of Health and Safety at Work. 2021; 11 (3):395-416. [In Persian]
8. Karimi Z, Mazloumi A, Sharifnezhad A, Jafari AH, Kazemi Z, Keihani A, Mohebbi I. Determining the interactions between postural variability structure and discomfort development using nonlinear analysis techniques during prolonged standing work. Appl Ergon. 2021;96:103489.
9. Shaikh AS, Shelke RD. Studies Assessing the Effects of Prolonged Standing at Work: A Review. International Journal of Advanced Engineering Research and Science. 2016;3(10):236873.
10. Antle DM, Vézina N, Côté JN. Comparing standing posture and use of a sit-stand stool: Analysis of vascular, muscular and discomfort outcomes during simulated industrial work. Int J Ind Ergon. 2015;45:98-106.
11. Lurie RC, Cimino SR, Gregory DE, Brown SH. The effect of short duration low back vibration on pain developed during prolonged standing. Appl Ergon. 2018;67:246-51.
12. King PM. A comparison of the effects of floor mats and shoe in-soles on standing fatigue. Appl Ergon. 2002;33(5):477-84.
13. Hembecker PK, Reis DC, Konrath AC, Gontijo LA,

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-10-06]

[DOR: 20.1001.1.2251807.1401.12.3.2.6]

Merino EA. Investigation of musculoskeletal symptoms in a manufacturing company in Brazil: a cross-sectional study. Braz J Phys Ther. 2017;21(3):175-83.

14. Karmegam K, Ismail MY, Sapuan SM, Ismail N, Shamsul BM, Shuib S, Seetha P. A study on motorcyclist's riding discomfort in Malaysia. Engineering e-Transaction. 2009;4(1):39-46.
15. Borg G. A general scale to rate symptoms and feelings related to problems of ergonomic and organizational importance. G Ital Med Lav Ergon. 2008;30(1 Suppl):A8-10.
17. Halim I, Omar AR, Saman AM, Othman I. Assessment of muscle fatigue associated with prolonged standing in the workplace. Safety and health at work. 2012;3(1):31-42..
16. Błaszczyszyn M, Szczęsna A, Piechota K. sEMG activation of the flexor muscles in the foot during balance tasks by young and older women: a pilot study. Int J Environ Res Public Health. 2019;16(22):4307.
17. NFSI., B101.6 Standard Guide For Commercial Entrance Matting In Reducing Slips, Trips And Falls. 2012.
18. Sartika SJ, Dawal SZ. A comparison of theeffect of using sit/stand stool on prolonged standing task. Proceedings of the International MultiConference of Engineers and Computer Scientists. 2010.
19. Gomez S, Patel M, Berg S, Magnusson M, Johansson R, Fransson PA. Effects of proprioceptive vibratory stimulation on body movement at 24 and 36 h of sleep deprivation. Clinical neurophysiology. 2008;119(3):617-25.
20. Speed G, Harris K, Keegel T. The effect of cushioning materials on musculoskeletal discomfort and fatigue during prolonged standing at work: A systematic review. Appl Ergon. 2018;70:300-14.
21. Lin YH, Chen CY, Cho MH. Influence of shoe/floor conditions on lower leg circumference and subjective discomfort during prolonged standing. Appl Ergon. 2012;43(5):965-70.
22. Cham R, Redfern MS. Effect of flooring on standing comfort and fatigue. Human factors. 2001;43(3):381-91.
23. Chester MR, Rys MJ, Konz SA. Leg swelling, comfort and fatigue when sitting, standing, and sit/standing. Int J Ind Ergon. 2002;29(5):289-96.
24. Tarrade T, Doucet F, Saint-Lô N, Llari M, Behr M. Are custom-made foot orthoses of any interest on the treatment of foot pain for prolonged standing workers?. Appl Ergon. 2019;80:130-5.
25. King PM. A comparison of the effects of floor mats and shoe in-soles on standing fatigue. Appl Ergon. 2002;33(5):477-84.
26. Gregory DE, Callaghan JP. Prolonged standing as a precursor for the development of low back discomfort: an investigation of possible mechanisms. Gait & posture. 2008;28(1):86-92.
28. Sousa AS, Macedo R, Santos R, Sousa F, Silva A, Tavares JM. Influence of prolonged wearing of unstable shoes on upright standing postural control. Hum Mov Sci. 2016;45:142-53..
29. Zander JE, King PM, Ezenwa BN. Influence of flooring conditions on lower leg volume following prolonged standing. Int J Ind Ergon. 2004;34(4):279-88.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-10-06]

[DOR: 20.1001.1.2251807.1401.12.3.2.6]