Journal of Health and Safety at Work 2023; 13(2): 368-383

ORIGINAL RESEARCH PAPER

Perceived Discomfort, Upper Body Muscular Activity, and Fatigue Over Unsupported Prolonged Sitting Tasks

Alireza Shaghaghi[1], Zeinab Kazemi[2], Ali Sharifnead[3], Ehsan Garosi[1], Maryam Mohammadalizadeh[1], Seyed Hossein Mahdavi[2], Mohammad Sadegh Ghasemi[1,]*

[1] *Department of Ergonomics, School of Public Health, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran*
[2] *Department of Industrial Engineering, Clemson University, Clemson, SC, USA*
[3] *Department of Sport Biomechanics and Technology, Sport Sciences Research Institute, Tehran, Iran*

Received: 2022-09-05 Accepted: 2023-01-16

ABSTRACT

Introduction: In many occupations, users must sit for prolonged periods during their job activities. Prolonged sitting is associated with fatigue, leading to postural changes that can increase spinal loads. Despite the importance of this topic in terms of the extent of prolonged sitting and its subsequent adverse consequences, little attention has been given to this occupational activity. Hence, this study investigates changes in neck, trunk, and muscle activities and fatigue levels in prolonged sitting computer tasks.

Material and Methods: Twenty healthy subjects (gender-balanced) from the student community with at least five years of experience in computer work aged between 20-30 years were asked to randomly perform three types of computer tasks for 90 minutes (each task for 30 minutes). Electromyographic (EMG) activities of right and left cervical (ESCR and ESCL), thoracic (ESTR and ESTL), and lumbar (ESLR and ESLL) erector spine and upper trapezius (UTR and UTL) muscles were continuously recorded. Root mean square (RMS) and median frequency were extracted as EMG metrics. Subjects also rated their perceived discomfort using a Visual Analogue Scale (VAS). The effect of time, gender, and their interaction on muscle EMG activities, fatigue, and discomfort were explored.

Results: Time had a statistically significant effect on UTR, ESCR, and ESTR muscle activities. UTL and ESCR muscle activities significantly differed between male and female subjects. Further, the findings confirmed the interactive effect of time and gender on ESTR muscle activity. UTR, ESCR, ESCL, ESTL, and ESLL muscles' fatigue index changed statistically over time.

Conclusion: The findings confirmed neck and trunk muscles' fatigue by increasing muscular activity and reducing frequency contents over time, per the subjective rating of discomfort.

Keywords: *Sitting position, Musculoskeletal diseases, Muscle fatigue, Electromyography*

HOW TO CITE THIS ARTICLE

Shaghaghi A, Kazemi Z, Sharifnead A, Garosi E, Mohammadalizadeh M, Mahdavi SH, Ghasemi MS. Perceived Discomfort, Upper Body Muscular Activity, and Fatigue Over Unsupported Prolonged Sitting Tasks. Journal of Health and Safety at Work. 2023; 13(2): 368-383.

1. INTRODUCTION

Prolonged periods of sitting are common in many occupations, including office workers, control room operators, medical and healthcare workers, and food service and store workers. Epidemiological studies have shown that office workers spend about 70% of their time sitting.

Back pain is one of the most common disorders in sitting workstations. In addition to adverse effects on people's health, performance, and quality of life, it imposes direct and indirect costs on individuals and society. Limited studies have investigated the trend of muscle behavior over long bouts of sitting. Therefore, this study examines the effect of time on body perceived discomfort, neck and trunk muscle electromyography (EMG) activities, and fatigue index during prolonged computer tasks.

* Corresponding Author Email: *ghasemi.m@iums.ac.ir*

Copyright © 2023 The Authors.
Published by Tehran University of Medical Sciences

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

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2024-12-11]

[DOR: 20.1001.1.2251807.1402.13.2.10.9]

2. MATERIALS AND METHODS

In this experimental study, 20 participants (gender-balanced) were asked to perform simulated computer tasks that required prolonged sitting. All participants signed an informed consent form. To record EMG signals, surface electrodes (Myon AG | Schwarzenberg | Switzerland) with a 2 cm center-to-center distance were placed on the right and left cervical (ESCR and ESCL), thoracic (ESTR and ESTL), and lumbar (ESLR and ESLL) erector spine and upper trapezius (UTR and UTL) muscles. To normalize EMG data, muscles' maximum voluntary contractions (MVCs) were recorded three times, each for 5 seconds. Raw EMG signals were collected at a sampling frequency of 1000 Hz.

Following the MVC tests, subjects were asked to sit in a simulated workstation adjusted according to the ANSI standard. Subjects used a mouse and laptop to complete several computer tasks for 90 minutes (each for 30 minutes), including 1) online purchasing of a group of predefined staff, sorting putting files of white-black and colorful images into separate files, and doing a puzzle. The order of tasks was random. Participants could put their hands on the desk but were prevented from leaning.

Electromyography signals were recorded continuously over the entire 90-minute sitting task. In addition, a Visual Analogue Scale (VAS) was used to assess perceived discomfort in body regions including the head and neck, shoulders, upper back, arms, hands, lower back, buttocks, and thighs. Participants rated their discomfort level at the end of each 10 minutes on a scale of 0–10; 0 represents no discomfort and 10 illustrates extreme discomfort.

Raw EMG signals were filtered using a fourth-order Butterworth band-pass filter in the frequency range of 10–300 Hz. Muscle activity was quantified using normalized root mean square (nRMS). The median frequency (MF) of the EMG power spectrum was also used as the fatigue index. EMG indices were calculated in 10-minute intervals (i.e., ten blocks). Repeated measure ANOVA was employed to test the effect of time, gender, and time × gender on dependent variables.

3. RESULTS AND DISCUSSION

The mean perceived discomfort significantly increased over the sitting blocks in all body regions ($p<0.001$) (Figure 1). No significant difference was observed between the discomfort reported by males and females ($p<0.05$).

Figure 2 depicts the trend of trunk and neck muscle activity changes. The highest muscle activity level in males and females belonged to the last block of the prolonged sitting trial (T10) for the UTR muscle. Statistical analysis revealed that time had a significant effect on muscle activity level of UTR ($p=0.045$), ESCR ($p=0.005$), and ESTR ($p=0.017$). Furthermore, nRMS values for ESCR muscles were higher in females compared to males. The findings also confirmed the effect of time and gender interaction on ESTR muscle activity ($p=0.08$).

The highest muscle fatigue (MF index) in both men and women groups was observed in the last minute of prolonged sitting (T10) for the ESTL muscle. Generally, the MPF index for both women and men decreased over time. However, time had a statistically significant effect on fatigue level of UTR ($p=0.044$), ESCR ($p=0.050$), ESCL ($p=0.043$), ESTL ($p=0.030$), and ESLL ($p=0.050$).

4. CONCLUSIONS

A lot of time is spent in a sitting posture at different jobs and workstations. However, limited studies have investigated changes in neck and trunk muscle activity behavior with the development of fatigue during long-term computer sitting tasks. This study quantified discomfort in various body regions and muscular fatigue in the trunk and neck regions as postural behavior metrics.

In general, there was a remarkable increase in the intensity of perceived discomfort for all body regions. The highest amount of perceived discomfort for both gender groups was in the neck and shoulder areas, which agrees with previous studies.

According to the findings, time had a statistically significant effect on the activity level of UTR, ESCR, and ESTR muscles. One likely reason for higher muscular activity on the right side of the body may be that all subjects were right-handed and used the computer mouse with their right hand. Higher activities of UTL and ESCR were found in the female group compared to males. The results confirmed the effect of time and gender interaction on ESTR muscle activity.

Furthermore, time had a statistically significant effect on the median frequency of UTR, ESCR,

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2024-12-11]

[DOR: 20.1001.1.2251807.1402.13.2.10.9]

ESCL, ESTL, and ESLL muscles. However, no significant changes in fatigue index were found for other muscles, which may be due to a small level of contractions during static tasks like sitting. Overall, our results suggest that when sitting for a long time, both discomfort in the upper body and muscular fatigue develop over time and may result in kinematic changes that need to be further investigated in future studies.

5. ACKNOWLEDGMENTS

The Iran University of Medical Science (IUMS) funded this study. The author would like to thank all participants for their kind cooperation. We are also extremely grateful to the Research Institute of Physical Education and Sports Sciences.

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2024-12-11]

[DOR: 20.1001.1.2251807.1402.13.2.10.9]

فصلنامه بهداشت و ایمنی کار جلد ۱۳/ شماره ۲/ تابستان ۱۴۰۲ صفحات ۳۶۸-۳۸۳

بررسی روند تغییرات ناراحتی درک شده و سطح فعالیت و خستگی عضلات بالاتنه در وظیفه‌ی نشستن طولانی مدت حمایت نشده

علیرضا شقاقی[۱]، زینب کاظمی[۲]، علی شریف نژاد[۳]، احسان گروسی[۱]، مریم محمدعلیزاده[۱]، سیدحسین مهدوی[۲]، محمدصادق قاسمی[۱*]

[۱] گروه ارگونومی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران
[۲] گروه مهندسی صنایع، دانشگاه کلمسون، کلمسون، آمریکا
[۳] گروه بیومکانیک و فناوری ورزشی، پژوهشگاه تربیت بدنی و علوم ورزشی، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۶/۱۴، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۰/۲۶

چکیده

مقدمه: در طیف گسترده‌ای از مشاغل، کاربران در طول وظایف شغلی خود، مستلزم نشستن‌های طولانی‌مدت هستند. نشستن طولانی‌مدت، با خستگی همراه است که منجر به تغییراتی همچون تغییرات کینماتیکی، نوسانات اندام فوقانی و تغییرات سطح فعالیت عضلانی می‌گردد که این موارد نیز می‌توانند بارهای وارد بر ستون مهره‌ای را افزایش دهند. علی‌رغم اهمیت موضوع از جنبه ی گستردگی کارهای نشسته ی طولانی‌مدت و عوارضی که به دنبال دارد، مطالعات محدودی در این حوزه صورت گرفته است؛ بنابراین، هدف از مطالعه‌ی حاضر، بررسی روند تغییرات سطح فعالیت و خستگی عضلات بالاتنه در وظایف نشستن طولانی‌مدت است.

روش کار: در این مطالعه، از ۲۰ آزمودنی (۱۰ مرد و ۱۰ زن) که از جامعه ی دانشجویان و با حداقل ۵ سال سابقه‌ی کار با رایانه و در بازه‌ی سنی ۲۰ تا ۳۰ سال انتخاب شدند، درخواست شد تا سه نوع وظیفه ی کار با کامپیوتر را به‌صورت تصادفی به مدت ۹۰ دقیقه (هر وظیفه ۳۰ دقیقه) انجام دهند. شاخص‌های مورد بررسی در این مطالعه، ناراحتی درک شده و خستگی عضلانی است. به‌منظور ارزیابی ناراحتی درک‌شده، از پرسشنامه‌ی Visual Analogue Scale (VAS) و به‌منظور ارزیابی خستگی عضلانی، از دستگاه الکترومایوگرافی و از شاخص‌های RMS و MPF استفاده گردید. برای تجزیه‌وتحلیل داده‌ها، از نرم‌افزار متلب و SPSS استفاده شده است.

یافته ها: با توجه به نتایج به‌دست‌آمده، مشخص شد که میزان ناراحتی درک‌شده در اندام‌های بدن در طی انجام وظایف نشسته، به‌صورت معناداری افزایش پیدا می‌کند. زمان، دارای اثر معنی‌داری از لحاظ آماری بر سطح فعالیت عضلانی عضلات تراپزیوس فوقانی راست (UTR)، ارکتور اسپاینی گردنی راست (ESCR) و ارکتور اسپاینی سینه‌ای راست (ESTR) است ($p<0/05$). همچنین جنسیت، بر روند تغییرات سطح فعالیت عضلات UTL و ESCR دارای اثر معنی‌داری است. به‌علاوه، یافته‌ها، مؤید اثر تعاملی زمان و جنسیت بر سطح فعالیت عضله ی ESTR است. زمان نیز اثرات معنی‌داری از لحاظ آماری بر شاخص فرکانس میانه ی (MPF) عضلات UTR، ESCR، ESCL، ESTL و ESLL دارد.

نتیجه گیری: یافته‌های به‌دست‌آمده، نشان می‌دهد که با گذشت زمان، علاوه بر افزایش ناراحتی، سطح فعالیت عضلات نواحی گردنی و توراسیک افزایش یافته و همچنین خستگی عضلات این نواحی طی بلوک‌های زمانی وظیفه‌ی نشستن، افزایش می‌یابد.

کلمات کلیدی: *نشستن طولانی مدت، اختلالات اسکلتی-عضلانی، خستگی عضلانی، الکترومایوگرافی.*

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول مکاتبه: *ghasemi.m@iums.ac.ir*

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2024-12-11]

[DOR: 20.1001.1.2251807.1402.13.2.10.9]

مقدمه

در چند دهه‌ی اخیر، رشد روزافزون تکنولوژی‌ها باعث افزایش قابل توجه تعداد ایستگاه‌های کاری نشسته شده است (۱). دوره‌های طولانی‌مدت نشستن طی شیفت کاری، در بسیاری از مشاغل ازجمله کارکنان بخش اداری (۲)، اپراتورهای اتاق کنترل، کارکنان حوزه‌ی درمان و مراقبت‌های بهداشتی و کارمندان بخش‌های خدمات غذایی و فروشگاهی مانند مسئولین بخش صندوق، خیاط‌ها (۳)، قالی‌بافان و حرفه‌های دیگر، بسیار رایج است (۴, ۵). مطالعات اپیدمیولوژیک، نشان داده است که کارمندان ادارات، حدود ۷۰ درصد از زمان کاری خود را در حالت نشسته می‌گذرانند (۶). این میزان در بعضی مشاغل، مانند کاربران مراکز تماس تلفنی، می‌تواند تا ۹۰ درصد نیز افزایش پیدا کند (۷). مطالعه‌ای در استرالیا، نشان داد که ۴۲٪ از مردان و ۴۷٪ از زنان، به‌طور متوسط ۶/۳ ساعت از شیفت کاری ۸ ساعته ی خود را در وضعیت نشسته و به‌صورت کم‌تحرک می‌گذرانند (۶). در مطالعه‌ای دیگر، میانگین مدت‌زمان نشستن افراد در کشورهای اروپایی، به‌طور متوسط ۳۰۹ دقیقه در روز گزارش شد (۸). همچنین طبق گزارشات، در هلند، حدود ۵۰٪ از شاغلین، بیش از ۴ ساعت در روز در وضعیت نشسته قرار می‌گیرند (۴). مطالعه‌ای که در کشور ایران بر روی کارمندان بخش اداری دانشگاه علوم پزشکی شیراز انجام شد، مشخص کرد که کارمندان این بخش، در یک شیفت کاری ۸ ساعته، به‌طور متوسط ۶/۲۹ ساعت را در وضعیت نشسته سپری می‌کنند (۴). علاوه بر موارد ذکرشده، در شرایط فعلی پاندمی COVID-19 نیز می‌توان انتظار داشت که فعالیت‌های بیشتری در وضعیت نشسته انجام شود و شاهد کاهش فعالیت جسمانی هستیم؛ به‌طوری که کاهش معنی‌دار میزان فعالیت جسمانی دانش‌آموزان در دوران پاندمی ویروس کرونا، گزارش شده است (۹).

نشستن طولانی‌مدت در هر دو حالت پیوسته و ناپیوسته، دامنه ی گسترده‌ای از پیامدهای منفی را بر سلامت افراد به دنبال دارد. به‌طور کلی، این پیامدها، در دو گروه اصلی قرار می‌گیرند: ۱) مشکلات قلبی-عروقی و ۲) علائم اسکلتی- عضلانی (۱۰). طبق داده‌های سازمان بهداشت جهانی (WHO)، بیماری‌های غیرواگیر (شامل اختلالات قلبی-عروقی و اختلالات اسکلتی-عضلانی) تا سال ۲۰۳۰ میلادی، باعث مرگ ۵۲ میلیون نفر در جهان خواهند شد (۱۱). یافته‌های مطالعه‌ی دانشمندی و همکاران که در سال ۲۰۱۷ بر روی کارمندان بخش اداری دانشگاه علوم پزشکی شیراز انجام شد نیز نشان داد که در طول شیفت کاری، ۴۸/۸ درصد از کارمندان اداری، احساس ناراحتی و ۷۳/۶ نیز احساس خستگی را گزارش نمودند. علاوه بر این موارد، ۶/۳ درصد از افراد، از فشارخون بالا و ۱۱/۲ درصد از چربی خون بالا رنج می‌بردند؛ هم‌چنین در این مطالعه، نتایج بررسی شیوع اختلالات اسکلتی-عضلانی کارکنان اداری که با استفاده از پرسشنامه‌ی نوردیک سنجیده شد، نشان داد که گردن‌درد، کمردرد و شانه‌درد، جزء شایع‌ترین اختلالات در این گروه شغلی بودند (۴).

کمردرد، ازجمله ی اختلالات شایع در ایستگاه‌های کاری نشسته است که علاوه بر ایجاد نقص در سلامت افراد و تأثیر منفی بر عملکرد و کیفیت زندگی، هزینه‌های (مستقیم و غیرمستقیم) زیادی را به فرد و جامعه تحمیل می‌کند (۱۲). نشستن طولانی‌مدت، با خستگی همراه است (۱۳) که منجر به تغییراتی همچون تغییرات کینماتیکی، نوسانات اندام فوقانی و تغییرات سطح فعالیت عضلانی می‌گردد که این موارد نیز می‌توانند بارهای وارد بر ستون مهره‌ای را افزایش دهند (۱۴). خستگی عصبی-عضلانی را می‌توان به‌عنوان هرگونه کاهش میزان ظرفیت تولید نیرو در عضلات درگیر در فعالیت تعریف کرد (۱۵). نشستن طولانی‌مدت، می‌تواند باعث خستگی عضلات تنه در اثر انقباض مداوم عضلات عمقی تنه شود. کمبود فعالیت عضلات عمقی، می‌تواند پایداری ستون مهره‌ای ناشی از فعالیت عضلانی ستون فقرات را کاهش داده و منجر به افزایش بارها و استرس‌های وارد بر ستون فقرات شود (۱۶). خستگی، الگوی رفتار پاسچرال تنه را از طریق شاخص‌هایی همچون سطح فعالیت عضلات، فرکانس سیگنال‌های تولیدی توسط عضلات، تغییرات کینماتیکی،

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2024-12-11]

[DOR: 20.1001.1.2251807.1402.13.2.10.9]

نوسانات تنه و اندام‌های فوقانی، نوسانات مرکز جرم و مرکز فشار، تحت تأثیر قرار می‌دهد.

طی چند دهه ی اخیر، به علت گستردگی قابل‌توجه عوارض ذکرشده در میان کارکنان ایستگاه‌های کاری نشسته از قبیل افزایش هزینه‌های درمان و بیمه، افزایش غیبت از کار، کاهش بهره‌وری و کارایی، کنترل علائم و اختلالات اسکلتی-عضلانی ناشی از نشستن طولانی‌مدت در کار با پایانه‌های تصویری از طریق مداخلات ارگونومیکی مورد توجه محققین قرار گرفته است. با توجه به اهمیت موضوع از جنبه ی گستردگی وظیفه ی نشستن طولانی‌مدت و عوارضی که به دنبال دارد و از سوی دیگر مطالعات محدودی که به بررسی تغییرات رفتاری افراد هم‌زمان با ایجاد خستگی پرداخته‌اند، هدف از مطالعه‌ی حاضر، کمی‌سازی تغییرات سطح فعالیت و خستگی عضلات ناحیه ی تنه و گردن در وظایف نشستن طولانی‌مدت است.

روش کار

آزمودنی‌ها

مطالعه‌ی حاضر، به‌صورت تجربی در آزمایشگاه پژوهشگاه تربیت‌بدنی و علوم ورزشی اجرا گردید. برای انجام این مطالعه، ۲۰ شرکت‌کننده (۱۰ مرد و ۱۰ خانم) که بر اساس خوداظهاری، هیچ‌گونه اختلال اسکلتی-عضلانی نداشتند و حداقل ۵ سال سابقه‌ی کار با رایانه نیز داشته و در بازه‌ی سنی ۲۰ تا ۳۰ سال بودند، با استفاده از روش نمونه‌گیری در دسترس از بین دانشجویان انتخاب شدند. این حجم نمونه با در نظر گرفتن توان آماری ۹۵٪ و خطای ۵٪ و با کمک نرم‌افزار G-Power انتخاب شد. از آزمودنی‌ها خواسته شد تا وظیفه‌ی شبیه‌سازی‌شده کار با رایانه در محیط‌های اداری را که مستلزم نشستن‌های طولانی‌مدت است، انجام دهند.

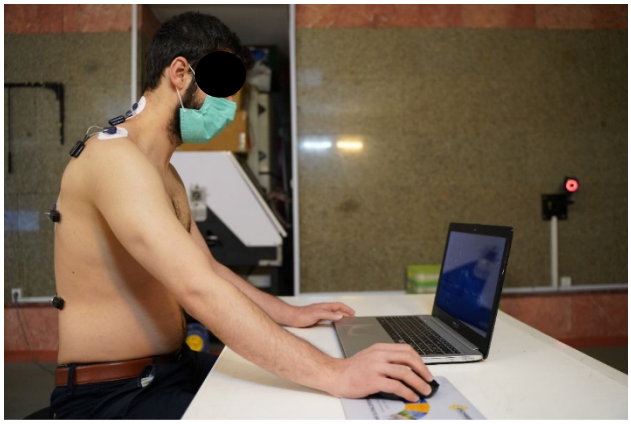
پروتکل اجرای مطالعه

پس از ورود شرکت‌کننده‌ها به محیط پژوهش و تکمیل رضایت‌نامه ی آگاهانه، ابتدا مراحل آماده‌سازی پوست (تراشیدن موهای زائد و تمیز کردن پوست با الکل) انجام و الکترودهای بایپولار دستگاه الکترومایوگرافی سطحی جهت اندازه‌گیری سطح فعالیت عضلانی به‌صورت دوطرفه بر روی عضلات ارکتور اسپاینی گردنی (ESCR و ESCL)، ارکتور اسپاینی توراسیک (ESTR و ESTL)، ارکتور اسپاینی کمری (ESLR و ESLL) و تراپزیوس فوقانی (UTR و UTL) قرار گرفت. محل قرارگیری الکترودها، با توجه به مطالعات قبلی تعیین شد (۱۷). سپس با توجه به اهداف مطالعه، برای مقایسه‌ی سطح فعالیت عضلات شرکت‌کنندگان، حداکثر قدرت انقباضی عضلات برای هرکدام از شرکت‌کنندگان ثبت شد تا سطح فعالیت الکتریکی عضلات نسبت به حداکثر قدرت انقباضی عضلات نرمال‌سازی شود. به این منظور، برای عضلات ارکتور اسپاینی توراسیک و لومبار، از آزمودنی خواسته می‌شد تا بر روی تخت دراز کشیده و پوسچر سورنسون[1] به خود بگیرد. در این تست، از آزمودنی خواسته می‌شد تا روی تخت به شکم خوابیده[2]، دست‌ها را پشت سر قلاب کرده و بخشی از تنه را خارج از تخت قرار دهد؛ پاهای او نیز توسط دستیار پژوهشی ثابت نگه داشته می‌شد تا حین آزمون، از تخت جدا نشود. سپس آزمودنی، سینه و تا حدودی شکم را از تخت جدا کرده و تلاش می‌نمود تا ستون مهره‌ای خود را به حالت کشیده درآورد (اکستنشن ستون مهره‌ای) (۱۸). به‌منظور تعیین بیشینه ی قدرت عضلات ارکتور اسپاینی گردن، از افراد خواسته می‌شد که سه بار با حداکثر قدرت، سر خود را به مدت ۵ ثانیه با فاصله‌ی استراحت ۲ دقیقه‌ای به عقب بکشند و حرکت اکستنشن سر را انجام دهند (۱۹). درخصوص عضله‌ی تراپزیوس فوقانی، از آزمودنی در حالی که روی صندلی بدون پشتی نشسته بود، درخواست شد تا شانه‌ی خود را در مقابل مقاومتی که توسط دستیار پژوهشی به آکرومیون وارد می‌شود، به سمت بالا حرکت دهد و نیرو وارد کند (خلاف جهت اعمال نیروی دستیار پژوهشی) و هم‌زمان به‌وسیله‌ی سر خود، با بیشینه ی توان، به جهت مخالف نیروی واردشده توسط دستیار پژوهشی، در حین

1. Modified biering-Sorenson
2. Prone

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2024-12-11]

[DOR: 20.1001.1.2251807.1402.13.2.10.9]



شکل ۱: ایستگاه کاری مورد استفاده در این پژوهش

انجام حالت قبلی، نیرو وارد بنماید (۲۰, ۲۱).

پس از اجرای آزمون‌های حداکثر انقباض ارادی، از آزمودنی‌ها خواسته می‌شد تا در ایستگاه کاری شبیه‌سازی‌شده، مطابق با استاندارد ANSI قرار گیرند. طبق استاندارد ANSI/HFES-100، ارتفاع میز کار بین ۶۳ تا ۷۴ سانتی‌متر است که در این مطالعه، ۶۸ سانتی‌متر بود؛ همچنین ارتفاع صندلی مطابق با ابعاد بدنی هر آزمودنی، تنظیم شد (شکل ۱). پس از استقرار در ایستگاه کاری، از آزمودنی‌ها خواسته شد تا به مدت ۹۰ دقیقه، به‌صورت پیوسته با استفاده از ماوس و لپ‌تاپ، وظایف (۱) خرید اینترنتی شامل خرید گروهی از کالاهای از پیش تعریف‌شده، (۲) مرتب‌سازی فایل‌ها به‌صورت تفکیک مجموعه‌ای از تصاویر سیاه‌وسفید و رنگی و (۳) حل نمودن پازل را انجام دهند (هر وظیفه، به مدت ۳۰ دقیقه). ترتیب انجام وظایف، به‌صورت تصادفی تعیین می‌شد. جلسات آزمون، در یک زمان مشخص قبل از ظهر انجام شد. در حین اجرای وظایف، افراد اجازه‌ی گذاشتن دست خود بر روی سطح میز کار جهت انجام وظایف با ماوس را داشتند؛ اما از تکیه دادن به سطح میز کار و انداختن وزن خود بر روی میز جلوگیری می‌شد. حین انجام آزمایش، فرد امکان برخاستن از صندلی خود یا بلند کردن پا از روی سطح زمین و نیز انجام حرکات عمده در تنه یا اندام فوقانی را نداشت.

ابزارهای مورد استفاده

میزان ناراحتی درک‌شده: برای ارزیابی ناراحتی درک‌شده، از مقیاس بصری میزان ناراحتی درک‌شده استفاده شد. شرکت‌کنندگان، احساس ناراحتی خود را به‌صورت "اصلاً احساس ناراحتی ندارم" (نمره‌ی صفر) تا "احساس ناراحتی خیلی شدید" (نمره‌ی ۱۰) در فواصل زمانی هر ۱۰ دقیقه، امتیاز می‌دادند. این مقیاس برای بخش‌های مختلف بدن، شامل سر و گردن، شانه‌ها، قسمت فوقانی کمر، بازوها و دست‌ها، قسمت تحتانی کمر، کفل و ران‌ها ارزیابی شد. روایی و پایایی این مقیاس، در مطالعات مختلف بررسی و تأیید شده است (۲۲, ۲۳).

سطح فعالیت الکتریکی عضلات: برای ثبت سطح فعالیت الکتریکی عضلات، از دستگاه الکترومایوگرافی سطحی ۸ کاناله‌ی Myon (و الکترودهای مربوطه) ساخت کشور آلمان استفاده شد. برای ثبت امواج الکتریکی بر روی رایانه، نرم‌افزار Cortex مورد استفاده قرار گرفت. ثبت داده‌ها با فرکانس نمونه‌برداری ۱۰۰۰ هرتز انجام شد. نحوه‌ی قرارگیری الکترودها، به‌گونه‌ای تنظیم شد که فاصله‌ی مرکز تا مرکز بین الکترودها ۲ سانتی‌متر و موازی جهت فیبرهای عضلانی باشد. برای همه‌ی آزمودنی‌ها، نصب الکترودها توسط یک نفر انجام شد. الکترودها با استفاده از چسب‌لید که در مرکز آن ژل کاهش‌دهنده‌ی امپدانس قرار داشت، بر روی لندمارک‌های از قبل

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2024-12-11]

[DOR: 20.1001.1.2251807.1402.13.2.10.9]

تعیین‌شده ی مربوط به عضلات ناحیه ی گردن و تنه قرار گرفت.

پردازش داده‌ها

به‌منظور فیلتر کردن و حذف امواج و نویزهای ناخواسته در داده‌های الکترومایوگرافی، از یک فیلتر باتروورث (مرتبه چهار) در بازه ی ۱۰ تا ۳۰۰ هرتز استفاده گردید. همچنین از یک ناچ فیلتر[1] در محدوده‌ی فرکانس ۵۰ هرتز جهت حذف برق شهری استفاده شد.

به‌منظور کمی‌سازی سطح فعالیت عضلات مورد بررسی، از شاخص Normalized RMS (nRMS) (۲۴) و بر مبنای سطح فعالیت ثبت‌شده طی وظیفه ی نشستن و سطح فعالیت ثبت‌شده طی آزمون‌های MVC (میانگین سه بار ثبت) به‌صورت جداگانه برای هر عضله استفاده شد. همچنین از شاخص فرکانس میانه[2] (MPF) جهت کمی‌سازی خستگی عضلات استفاده شد.

آنالیز آماری

به‌منظور مقایسه‌ی روند تغییرات میزان ناراحتی، سطح فعالیت و خستگی عضلانی در طول زمان، از آزمون آماری repeated measure ANOVA در نرم‌افزار SPSS (نسخه ۲۶) استفاده شد؛ بدین‌صورت که متغیر میزان ناراحتی، سطح فعالیت و خستگی، به‌عنوان متغیرهای درون‌گروهی و جنسیت، به‌عنوان متغیر بین گروهی در نظر گرفته شد. همچنین از آزمون تعقیبی Bonferroni (زمان) برای مقایسه‌ی زوجی متغیرها استفاده گردید.

یافته ها

میانگین سنی شرکت‌کنندگان برای گروه خانم‌ها و آقایان، به ترتیب ۲۵/۶ و ۲۶/۱ سال بود. میانگین قد و وزن شرکت‌کنندگان برای گروه خانم‌ها، به ترتیب برابر با ۱۶۰ سانتی‌متر و ۶۱/۶ کیلوگرم و گروه آقایان نیز به ترتیب ۱۷۶/۴ سانتی‌متر و ۷۰/۷ کیلوگرم بود. شکل شماره ی ۱، نتایج توصیفی میانگین ناراحتی درک‌شده در اندام‌های بدن را نشان می‌دهد. بیشترین میزان ناراحتی در هر دو گروه خانم‌ها (میانگین ۱/۷۵ ±۲/۹۵) و آقایان (میانگین ۱/۱۸ ±۲/۷۵)، در دقیقه‌ی آخر نشستن طولانی‌مدت (T10) مربوط به ناحیه‌ی سر و گردن است. به‌علاوه، همان‌طور که از شکل نیز مشخص است، روند تغییرات برای ناراحتی در تمامی نواحی بدن برای هر دو گروه خانم‌ها و آقایان، به‌صورت افزایشی است.

مطابق با یافته‌های حاصل از آزمون آماری repeated measure ANOVA، زمان، اثر معنی‌داری از لحاظ آماری بر میزان ناراحتی در تمامی نواحی بدنی بررسی‌شده ($p<۰/۰۰۱$) دارد. درخصوص متغیر جنسیت، صرف نظر از بلوک‌های زمانی، تفاوت معنی‌داری بین دو گروه خانم‌ها و آقایان مشاهده نشد ($p>۰/۰۵$) (جدول ۱).

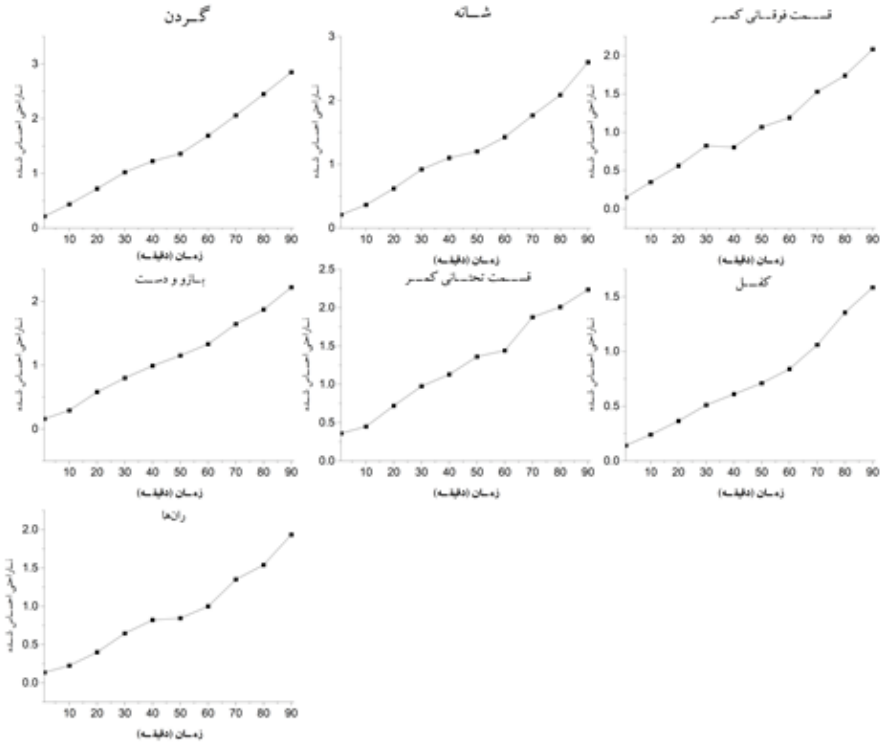
سطح فعالیت عضلانی عضلات ارکتور اسپاینی گردنی، ارکتور اسپاینی توراسیک، ارکتور اسپاینی کمری و تراپزیوس فوقانی، در فواصل ده‌دقیقه‌ای با استفاده از شاخص nRMS کمی‌سازی شد. در شکل ۲، روند تغییرات برای سطح فعالیت عضلانی برای هر دو گروه خانم‌ها و آقایان قابل مشاهده است. بیشترین میزان سطح فعالیت عضلانی، در هر دو گروه خانم‌ها (میانگین ۰/۱۸ ±۰/۳۱) و آقایان (میانگین ۰/۳۸ ±۰/۳۱۸) در دقیقه‌ی آخر نشستن طولانی‌مدت (T_{10}) برای عضله‌ی UTR مشاهده شد.

به‌منظور مقایسه ی روند تغییرات میزان سطح فعالیت عضلانی در طول زمان، از آزمون آماری repeated measure ANOVA استفاده شد. مطابق با یافته‌ها، زمان، دارای اثر معنی‌داری از لحاظ آماری بر سطح فعالیت عضلانی عضلات UTR ($p=۰/۰۴۵$)، ESCR ($p=۰/۰۰۵$) و ESTR ($p=۰/۰۱۷$) است. همچنین جنسیت، بر روند تغییرات سطح فعالیت عضلات ESCR ($p=۰/۰۰۹$) دارای اثر معنی‌داری است. به‌طور متوسط، میانگین سطح فعالیت UTL و ESCR به ترتیب ۷۰/۳۹ و ۴۲/۱۴ درصد در خانم‌ها بیشتر از آقایان به دست آمد. همچنین یافته‌ها

1. Notch filter
2. Median Frequency

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2024-12-11]

[DOR: 20.1001.1.2251807.1402.13.2.10.9]



شکل ۲: روند تغییرات میزان ناراحتی درک شده برای هر دو گروه جنسیتی در طول وظیفهٔ نشستن

جدول ۱: بررسی تأثیر زمان، جنسیت، و زمان × جنسیت بر میزان ناراحتی درک شده در وظیفه نشستن با استفاده از آزمون آماری repeated measure ANOVA

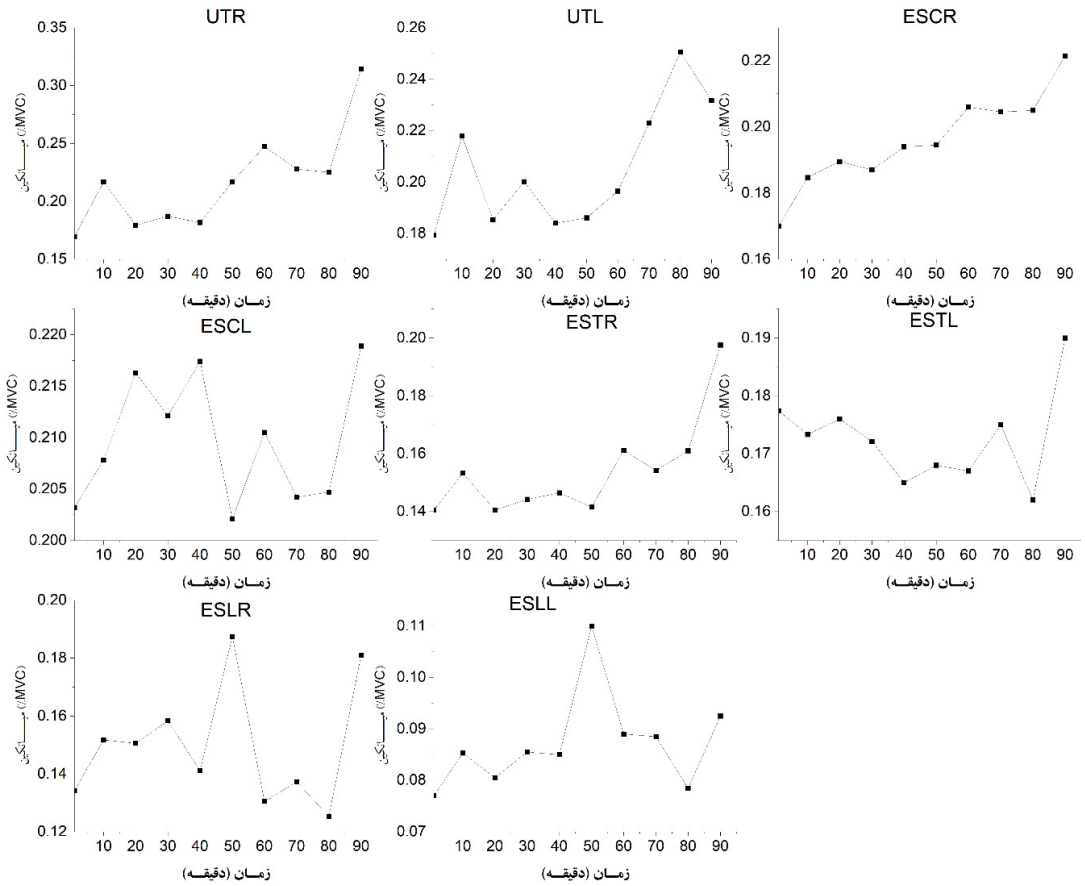
ناحیه بدن	متغیرها	نوع III مجموع مربع‌ها	درجه آزادی	مجذور میانگین‌ها	فراوانی تجمعی	معناداری	مجذور جزئی اندازه اثر
سر و گردن	زمان	۱۳۳/۹۸	۲/۰۳	۶۵/۸۶	۵۰/۳۹	۰/۰۰۱**	۰/۷۳
	جنسیت	۰/۵۳	۱	۰/۵۳	۰/۰۶	۰/۷۹	۰/۰۰۴
	زمان × جنسیت	۰/۶۱	۲/۰۳	۰/۲۹	۰/۲۲	۰/۸۱	۰/۰۱۲
شانه	زمان	۱۰۴/۱۳	۲/۴۸	۴۱/۸۵	۴۱/۹۷	۰/۰۰۱**	۰/۶۹
	جنسیت	۰/۰۹	۱	۰/۰۹	۰/۰۱	۰/۸۹	۰/۰۰۰۹
	زمان × جنسیت	۰/۷۸	۲/۴۸	۰/۳۱	۰/۳۱	۰/۷۷	۰/۰۱۷
قسمت فوقانی کمر	زمان	۶۸/۷۹	۲/۲۲	۳۰/۹۱	۲۸/۵۷	۰/۰۰۱**	۰/۶۱۳
	جنسیت	۳/۹۲	۱	۳/۹۲	۰/۶۶	۰/۴۲	۰/۰۳۵
	زمان × جنسیت	۲/۸۳	۲/۲۲	۱/۲۷	۱/۱۷	۰/۳۲	۰/۰۶۱
بازوها و دست‌ها	زمان	۸۲/۲۳	۱/۶۷	۴۹/۰۸	۲۴/۸۶	۰/۰۰۱**	۰/۵۸
	جنسیت	۲/۵۷	۱	۲/۵۷	۰/۳۳	۰/۵۷	۰/۰۱۸
	زمان × جنسیت	۲/۶۸	۱/۶۷	۱/۶	۰/۸۱	۰/۴۳	۰/۰۴۳
قسمت تحتانی کمر	زمان	۷۵/۷۸	۱/۹۶	۳۸/۵۸	۲۳/۲۵	۰/۰۰۱**	۰/۵۶۳
	جنسیت	۶/۴۴	۱	۶/۴۴	۰/۵۴	۰/۴۷	۰/۰۲۹
	زمان × جنسیت	۴/۶	۱/۹۶	۲/۳۴	۱/۴۱	۰/۲۵	۰/۰۷۲
کفل‌ها	زمان	۴۰/۵۱	۱/۳	۳۰/۹۶	۱۵/۱۵	۰/۰۰۱**	۰/۴۵۷
	جنسیت	۱/۹۴	۱	۱/۹۴	۰/۲۸	۰/۶۱	۰/۰۱۵
	زمان × جنسیت	۲/۰۳	۱/۳	۱/۵۵	۰/۷۶	۰/۴۲	۰/۰۴۱
ران‌ها	زمان	۶۱/۱۵	۱/۵۶	۳۹/۱۹	۲۰/۲۳	۰/۰۰۱**	۰/۵۳
	جنسیت	۰/۹۶	۱	۰/۹۶	۰/۱۳	۰/۷۲	۰/۰۰۷
	زمان × جنسیت	۱/۸۸	۱/۵۶	۱/۲	۰/۶۲	۰/۵۱	۰/۰۳۳

* سطح معنی‌داری کمتر از ۰/۰۵

** سطح معنی‌داری کمتر از ۰/۰۱

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2024-12-11]

[DOR: 20.1001.1.2251807.1402.13.2.10.9]



شکل ۳: روند تغییرات سطح فعالیت عضلانی (nRMS) برای هر دو گروه جنسیتی در طول وظیفهٔ نشستن

مؤید اثر تعاملی زمان و جنسیت بر سطح فعالیت عضله ی ESTR است (p=۰/۰۸).

مطابق با آزمون‌های تعقیبی انجام‌شده، برای عضله ی UTR، شاخص nRMS برای بلوک T_8 به‌طور معنی‌داری بیشتر از T_1 به دست آمد (p=۰/۰۵، ۳۴/۴۳ درصد). درخصوص عضله ی ESCR، شاخص nRMS در بلوک‌های T_7 (p=۰/۰۰۶، ۲۱/۱۸ درصد)، T_8 (p=۰/۰۴۶، ۲۰/۲۹ درصد)، T_9 (p=۰/۰۲۰، ۲۰/۵۹) و T_{10} (p=۰/۰۰۳، ۳۰/۲۹ درصد)، به‌طور معنی‌داری بیشتر از بلوک اول (T_1) به دست آمد. همچنین در T_{10} به‌طور معناداری بیشتر از T_2 (p=۰/۰۱۲، ۱۹/۹ درصد)، T_5 (p=۰/۰۲۲، ۱۴/۱۸ درصد) T_6 (p=۰/۰۱۶، ۱۳/۸۸ درصد)، T_8 (p=۰/۰۳۸، ۸/۳۱ درصد) و T_9 (p=۰/۰۱۹، ۸/۰۵ درصد) گزارش شد.

مطابق با آزمون‌های تعقیبی انجام‌شده برای عضله ی ESTR، شاخص nRMS برای بلوک T_7 به‌طور معنی‌داری بیشتر از T_6 (p=۰/۰۰۵، ۱۳/۸۱ درصد) و برای بلوک T_{10} بیشتر از T_9 بود (p=۰/۰۰۸، ۲۲/۶۷ درصد).

میزان خستگی عضلانی، با استفاده از شاخص MPF کمی‌سازی شد. بیشترین میزان خستگی عضلانی در هر دو گروه خانم‌ها (میانگین ۹/۱۹±۲۹/۱۹۲) و آقایان (میانگین ۱۲/۸۷±۲۸/۸۸۵)، در دقیقه‌ی آخر نشستن طولانی‌مدت (T_{10}) برای عضله‌ی ESTL مشاهده شد (شکل شماره ی ۳). بعلاوه، همان‌طور که از شکل نیز مشخص است، روند تغییرات شاخص MPF برای هر دو گروه خانم‌ها و آقایان، تقریباً به‌صورت کاهشی است.

مطابق با آنالیزهای آماری انجام‌شده، زمان، دارای

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2024-12-11]

[DOR: 20.1001.1.2251807.1402.13.2.10.9]

جدول ۲: بررسی تأثیر زمان، جنسیت، زمان × جنسیت بر سطح فعالیت عضلات (nRMS) در وظیفه نشستن طولانی مدت با استفاده از آزمون آماری re-peated measure ANOVA

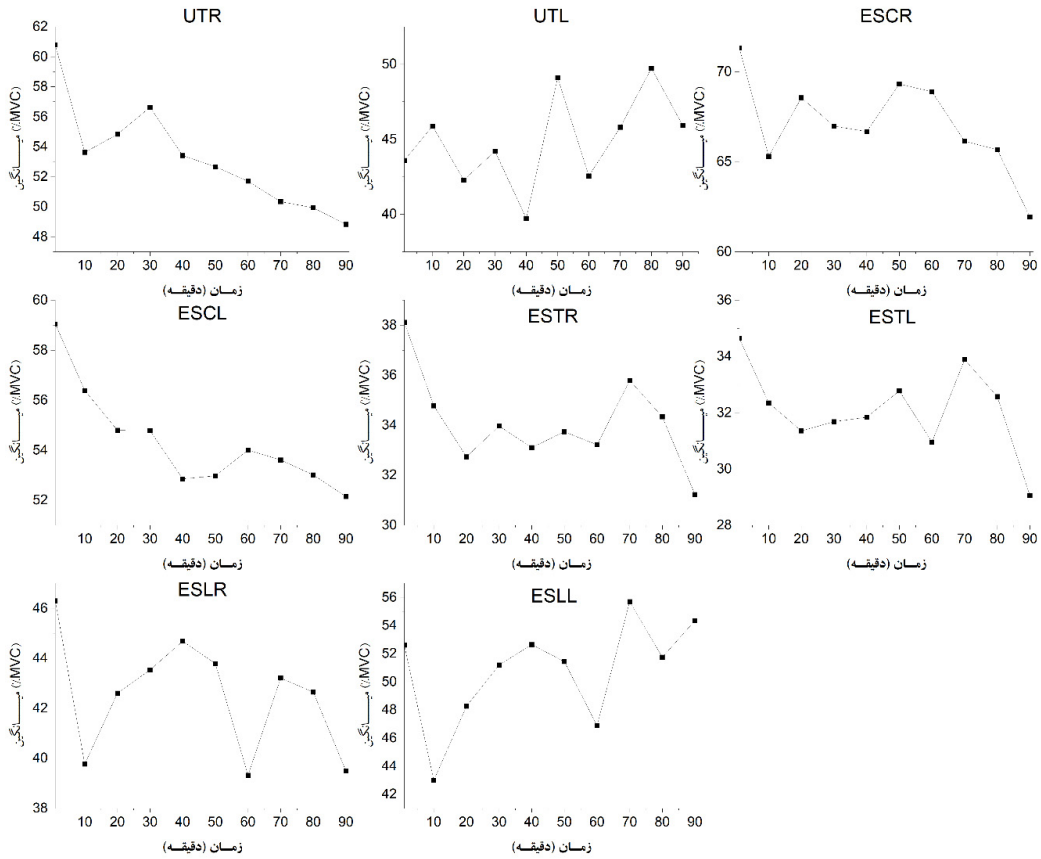
عضله هدف	متغیرها	نوع III مجموع مربع‌ها	درجه آزادی	مجذور میانگین‌ها	فراوانی تجمعی	معناداری	مجذور جزئی اندازه اثر
تراپزیوس فوقانی (راست)	زمان	۰/۲۸۸	۲/۷۴۱	۰/۱۰۵	۳/۰۰۲	۰/۰۴۵۴*	۰/۱۶۶
	جنسیت	۰/۰۲۸	۱	۰/۰۲۸	۰/۰۶۸	۰/۷۹۷	۰/۰۰۴
	زمان × جنسیت	۰/۱۲۳	۲/۷۴۱	۰/۰۴۵	۱/۲۹۱	۰/۲۸۹	۰/۰۷۹
تراپزیوس فوقانی (چپ)	زمان	۰/۱۰۴	۳/۵۶۵	۰/۰۲۹	۱/۱۴۳	۰/۳۴۱	۰/۰۵۹
	جنسیت	۰/۵۶۹	۱	۰/۵۶۹	۳/۰۱۸	۰/۰۹۹	۰/۱۴۳
	زمان × جنسیت	۰/۰۹۲	۳/۵۶۵	۰/۰۲۵	۱/۰۰۹	۰/۴۰۳	۰/۰۵۳
ارکتور اسپاینی گردنی (راست)	زمان	۰/۰۲۹	۲/۸۶۵	۰/۰۱	۴/۸۶۷	۰/۰۰۵**	۰/۲۲
	جنسیت	۰/۲۱۴	۱	۰/۲۱۴	۸/۴۴۲	۰/۰۰۹**	۰/۳۳
	زمان × جنسیت	۰/۰۰۸	۲/۸۶۵	۰/۰۰۲	۱/۳۸۸	۰/۲۵۸	۰/۰۷۵
ارکتور اسپاینی گردنی (چپ)	زمان	۰/۰۰۷	۲/۸۱۸	۰/۰۰۲	۰/۸۲۲	۰/۴۸۱	۰/۰۴۸
	جنسیت	۰/۱۲۶	۱	۰/۱۲۶	۲/۱۷۴	۰/۱۵۹	۰/۱۱۹
	زمان × جنسیت	۰/۰۰۸	۲/۸۱۸	۰/۰۰۳	۰/۹۷۲	۰/۴۰۹	۰/۰۵۷
ارکتور اسپاینی سینه‌ای (راست)	زمان	۰/۰۳۳	۲/۵۱۲	۰/۰۱۳	۴/۱۴۸	۰/۰۱۷**	۰/۲۴۱
	جنسیت	۰/۰۲۱	۱	۰/۰۲۲	۰/۸۹۹	۰/۳۶	۰/۰۶۴
	زمان × جنسیت	۰/۰۲	۲/۵۱۲	۰/۰۰۸	۲/۵۷	۰/۰۸*	۰/۱۶۵
ارکتور اسپاینی سینه‌ای (چپ)	زمان	۰/۰۱۵	۲/۰۷۷	۰/۰۰۷	۰/۷۹۷	۰.۴۶۳	۰/۰۵
	جنسیت	۰/۱۲۷	۱	۰/۱۲۷	۲/۸۱۳	۰/۱۱۴	۰/۱۵۷
	زمان × جنسیت	۰/۰۲۳	۲/۰۷۷	۰/۰۱۱	۱/۲۰۶	۰/۳۱۴	۰/۰۷۴
ارکتور اسپاینی کمری (راست)	زمان	۰/۱	۱/۴۷۱	۰/۰۶۸	۱/۵۳۸	۰/۲۳۵	۰/۰۹۳
	جنسیت	۰/۳	۱	۰/۳۰۹	۱/۰۹۶	۰/۳۱۱	۰/۰۶۸
	زمان × جنسیت	۰/۰۹۴	۱/۴۷۱	۰/۰۶۴	۱/۴۴۵	۰/۲۵۲	۰/۰۸۷
ارکتور اسپاینی کمری (چپ)	زمان	۰/۰۱۹	۳/۴۶	۰/۰۰۵	۱/۲۷۳	۰/۲۹۲	۰/۰۷۳
	جنسیت	۰/۰۰۲	۱	۰/۰۰۲	۰/۱۲۴	۰/۷۲۸	۰/۰۰۷
	زمان × جنسیت	۰/۰۱۲	۳/۴۶	۰/۰۰۳	۰/۸۳۱	۰/۴۹۶	۰/۰۴۹

* سطح معنی‌داری کمتر از ۰/۰۵

** سطح معنی‌داری کمتر از ۰/۰۱

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2024-12-11]

[DOR: 20.1001.1.2251807.1402.13.2.10.9]



شکل ۴: روند تغییرات شاخص خستگی عضلانی (MPF) برای هر دو گروه جنسیتی در طول وظیفهٔ نشستن

اثر معنی‌داری از لحاظ آماری بر خستگی عضلات UTR (p=۰/۰۴۴)، ESCR (p=۰/۰۵۰)، ESCL (p=۰/۰۴۳)، ESTL (p=۰/۰۳۰) و ESLL (p=۰/۰۵۰) است. همچنین مطابق با آزمون تعقیبی انجام‌شده، برای عضله ی ESTL، شاخص MPF برای بلوک T_{10} به‌طور معنی‌داری کمتر از T_1 (p=۰/۰۱۳، ۱۶/۱۴ درصد) به دست آمد.

بحث

زمان قابل توجهی از فعالیت‌های کاری در مشاغل و ایستگاه‌های کاری مختلف، در مواجهه با وظایفی که مستلزم نشستن‌های طولانی‌مدت است، سپری می‌شود. با توجه به بررسی‌ها و جست‌وجوهای صورت‌گرفته در پایگاه‌های اطلاعاتی مختلف، مشخص شد که مطالعات محدودی به بررسی تغییرات سطح فعالیت و خستگی عضلانی نواحی گردن و تنه طی وظیفه ی نشستن طولانی‌مدت پرداخته‌اند. در این مطالعه، میزان ناراحتی اندام‌های بدن، سیگنال‌های تولیدی عضلات تنه و گردن و میزان خستگی، به‌صورت هم‌زمان به‌عنوان شاخص‌های معرف رفتار پاسچرال طی ۹۰ دقیقه نشستن حمایت‌نشده پیوسته ثبت شدند.

به‌طور کلی، یافته‌های مربوط به میزان ناراحتی احساس‌شده در اندام‌های بدن، نشان داد که برای تمام نواحی، شدت ناراحتی روند افزایشی داشته و معنادار بوده و بیشترین میزان ناراحتی درک‌شده برای هر دو گروه جنسیت، مربوط به نواحی گردن و شانه‌ها است. وائونگنگرام[1] و همکاران (۲۰۲۰)، میزان ناراحتی در اندام‌های مختلف بدن را در طول وظیفه ی تایپ کردن

1. Waongenngram

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2024-12-11]
[DOR: 20.1001.1.2251807.1402.13.2.10.9]

جدول ۳: بررسی تأثیر زمان، جنسیت، زمان × جنسیت بر شاخص خستگی عضلانی (MPF) در وظیفه نشستن با استفاده از آزمون آماری repeated measure ANOVA

عضله هدف	متغیر	نوع III مجموع مربع‌ها	درجه آزادی	مجذور میانگین‌ها	فراوانی تجمعی	معناداری	مجذور جزئی اندازه اثر
تراپزیوس فوقانی (راست)	زمان	۱۸۷۱/۴	۳/۰۳۵	۶۱۶/۴۱۱	۲/۸۹	۰/۰۴۴*	۰/۱۵۳
	جنسیت	۱۵۰/۳۵۳	۱	۱۵۰/۳۵۳	۰/۱۵۳	۰/۷	۰/۰۰۹
	زمان × جنسیت	۸۰۵/۰۰۳	۳/۰۳۵	۲۶۵/۱۵۵	۱/۲۴۳	۰/۳۰۴	۰/۰۷۲
تراپزیوس فوقانی (چپ)	زمان	۱۳۶۵/۲۷	۳/۴۴	۳۹۶/۸۶۳	۰/۸۵	۰/۴۸۵	۰/۰۵
	جنسیت	۹۵۴/۵۴۷	۱	۳۹۶/۵۴۷	۰/۹۴	۰/۳۴۶	۰/۰۵۵
	زمان × جنسیت	۲۳۱۹/۳۷	۳/۴۴	۶۷۴/۲۰۶	۱/۴۴۴	۰/۲۳۶	۰/۰۸۲
ارکتور اسپاینی گردنی (راست)	زمان	۱۱۸۷/۶۴	۳/۰۳۱	۴۲۱/۲۷۵	۱/۶۳۸	۰/۰۵*	۰/۱۴۱
	جنسیت	۱۳۹۱/۶۱	۱	۱۳۹۱/۶۱۳	۰/۷۴	۰/۴۰۲	۰/۰۴۴
	زمان × جنسیت	۴۰۹/۸۶	۳/۰۳۱	۱۳۵/۱۸۲	۰/۸۴۶	۰/۴۷۶	۰/۰۵
ارکتور اسپاینی گردنی (چپ)	زمان	۷۶۱.۶۳۷	۳/۱۸۵	۲۳۹/۰۸۳	۲/۸۲۴	۰/۰۴۳*	۰/۱۳۵
	جنسیت	۱۴۰۶/۷۲	۱	۱۴۰۶/۷۲۶	۱/۰۸۴	۰/۳۱۱	۰/۰۵۶
	زمان × جنسیت	۱۵۷/۸۰۳	۳/۱۸۵	۴۹/۵۳۵	۰/۵۸۵	۰/۶۳۷	۰/۰۳۱
ارکتور اسپاینی سینه‌ای (راست)	زمان	۷۲۵/۸۳۸	۲/۶۳۶	۲۷۵/۳۳۴	۲/۷۱۳	۰/۰۵۵*	۰/۱۶۲
	جنسیت	۲۸/۵۲۵	۱	۲۸/۵۲۵	۰/۰۳۵	۰/۸۵۲	۰/۰۰۲
	زمان × جنسیت	۳۰۶/۱	۲/۶۳۶	۱۱۶/۱۱۱	۱/۱۴۴	۰/۳۳۹	۰/۰۷۵
ارکتور اسپاینی سینه‌ای (چپ)	زمان	۵۱۵/۸۷۳	۳/۷۴۶	۱۳۷/۶۷۶	۲/۹۲۹	۰/۰۳*	۰/۱۵۴
	جنسیت	۳۵/۴۸۱	۱	۳۵/۴۸۱	۰/۰۱۸	۰/۸۹۳	۰/۰۰۱
	زمان × جنسیت	۳۱۶.۶۵	۳/۷۴۶	۸۴/۵۰۹	۱/۷۹۸	۰/۱۴۴	۰/۱۰۱
ارکتور اسپاینی کمری (راست)	زمان	۱۰۴۰/۵۳	۳/۳۰۷	۳۱۴/۵۵۸	۱/۵۳۵	۰/۲۱۲	۰/۰۸۷
	جنسیت	۱۵۵/۹۶	۱	۱۵۵/۹۶۶	۰/۰۹۷	۰/۷۵۸	۰/۰۰۶
	زمان × جنسیت	۴۳۲/۷۶	۳/۳۰۷	۱۳۰/۸۲۵	۰/۶۳۸	۰/۶۰۸	۰/۰۳۸
ارکتور اسپاینی کمری (چپ)	زمان	۲۵۱۶/۴۷	۴/۳۳۴	۵۸۰/۵۱۸	۲/۳۸۲	۰/۰۵*	۰/۱۳۷
	جنسیت	۵۲۷/۸۲	۱	۵۲۷/۸۲۳	۰/۱۹۸	۰/۶۶۲	۰/۰۱۳
	زمان × جنسیت	۹۳۹/۰۳	۴/۳۳۴	۲۱۶/۶۲۲	۰/۸۸۸	۰/۴۸۲	۰/۰۵۵

* سطح معنی‌داری کمتر از ۰/۰۵

** سطح معنی‌داری کمتر از ۰/۰۱

به مدت ۴ ساعت پیوسته بررسی نمودند که بیشترین ناراحتی، مربوط به کمر و کفل گزارش شده است؛ که تفاوت یافته‌ها احتمالاً به دلیل طولانی‌تر بودن زمان ثبت داده و همچنین متفاوت بودن نوع وظیفه ی تعریف‌شده می‌باشد (۲۵). در مطالعه ی لی[1] و همکاران (۲۰۱۷) نیز افزایش ناراحتی در اندام‌های مختلف بدن بعد از ۳ ساعت نشستن پیوسته گزارش شد (۲۶). در مطالعه ی کار[2] و

1. Li
2. Kar

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2024-12-11]

[DOR: 20.1001.1.2251807.1402.13.2.10.9]

هِیج[1] (۲۰۱۶)، میزان ناراحتی در وظیفه ی ۱۵ دقیقه‌ای تایپ مورد بررسی قرار گرفت و یافته‌ها، مؤید افزایش ناراحتی در شانه‌ها و کمر بود.

مطابق با یافته‌ها، بیشترین میزان سطح فعالیت عضلانی در هر دو گروه خانم‌ها و آقایان در دقیقه‌ی آخر نشستن طولانی‌مدت (T10) برای عضله‌ی UTR مشاهده شد که مطابق با یافته ی مطالعات پیشین است (۲۷). مطابق با یافته‌ها، زمان، دارای اثر معنی‌داری از لحاظ آماری بر سطح فعالیت عضلانی عضلات UTR، ESCR و ESTR است؛ بدین‌صورت که شاخص nRMS، طی زمان افزایش یافته است. یکی از دلایل احتمالی برای توجیه افزایش سطح فعالیت این عضلات، این است که تمامی افراد در این پژوهش، راست‌دست بودند و وظیفه‌ی کار با ماوس را با دست راست خود انجام می‌دادند؛ بنابراین، میزان سطح فعالیت عضلانی در سمت راست گردن و ناحیه ی توراسیک ستون مهره‌ای در طی زمان افزایش یافته است. همچنین به‌طور متوسط، میانگین سطح فعالیت UTL و ESCR به ترتیب در خانم‌ها بیشتر از آقایان به دست آمد؛ بدین معنی که عضلات ناحیه گردن خانم‌ها به میزان بیشتری نسبت به آقایان در فعالیت نشسته ی حمایت‌نشده فعال می‌شوند. هم‌راستا با یافته‌های این پژوهش، در مطالعه‌ای که بر روی قالیبافان انجام شده است، مشخص گردید که سطح فعالیت عضلانی برای عضله ی تراپزیوس فوقانی در گروه خانم‌ها بیشتر از آقایان است (۲۷). یک دلیل احتمالی، می‌تواند تفاوت در میزان زوایای انحناهای ستون مهره‌ای (لوردوز گردنی و کایفوز سینه‌ای) بین خانم‌ها و آقایان باشد که منجر به تفاوت در طول عضلات، خط اثر و بازوی گشتاور عضلات و درنتیجه، رفتار عضله در برابر پوسچر استاتیک می‌شود (۲۸).

همچنین یافته‌های به‌دست‌آمده برای میزان سطح فعالیت عضلانی، مؤید اثر تعاملی زمان و جنسیت بر سطح فعالیت عضله ی ESTR است. در این پژوهش، ارتباط معناداری در طی بلوک‌های زمانی وظیفه‌ی نشستن و سطح فعالیت عضلات ارکتور اسپاینی کمری (ESLR و ESLL) مشاهده نشد که این مورد، مطابق با یافته‌های مطالعه‌ی کالاقان[2] است که نشان داد برای عضلات ارکتور اسپاینی کمری فارغ از توجه به وضعیت پوسچر، نسبتاً سطح فعالیت ثابتی وجود دارد. از آنجا که فعالیت الکتریکی عضلات ارکتور اسپاینی افزایش نیافت، این احتمال وجود دارد که بافت‌های غیرفعال ستون مهره‌ای، وظیفه ی حمایت وزن اندام فوقانی و حفظ پوسچر را بر عهده گرفته‌اند.

مطابق با یافته‌ها، زمان، دارای اثر معنی‌داری از لحاظ آماری بر خستگی عضلات UTR، ESCR، ESCL، ESTL و ESLL است. به‌طور مشابه، در مطالعه ی دینگ[3] و همکاران (۲۰۲۰)، بعد از گذشت ۴۵ دقیقه کار نشسته و بی‌تحرک، خستگی عضلات مشاهده شد (۲۹). خستگی، درواقع نوعی از سیستم دفاعی بدن است که از بحران متابولیک جلوگیری می‌کند و از ادغام فیبرهای عضلانی با یکدیگر، محافظت به عمل می‌آورد (۳۰)؛ بااین‌حال با تجمع اضافی خستگی، می‌تواند به یک رویداد مضر و آسیب‌رسان تبدیل شود. عدم معناداری خستگی برای سایر عضلات، احتمالاً به دلیل سطح کم انقباضات عضلانی مورد نیاز برای این عضلات در طول کار نشسته‌ی طولانی‌مدت است. همچنین می‌توان به عدم حساسیت الکترومایوگرافی سطحی در اندازه‌گیری خستگی عضلانی عضلات با بار کم اشاره نمود (۳۱).

ازجمله ی محدودیت‌های مطالعه ی حاضر که در مطالعات آتی نیز بایستی مدنظر قرار گیرد، می‌توان به استفاده از روش نمونه‌گیری در دسترس از جامعه ی دانشجویان، افراد جوان، سالم، با آمادگی جسمانی سطح متوسط و بدون سابقه ی کمردرد، اشاره نمود که منجر به محدودیت تعمیم‌پذیری نتایج می‌شود. با توجه به اینکه مطالعات پیشین نشان داده‌اند که متغیرهایی همچون سن، سابقه ی کاری و میزان آمادگی جسمانی بر رفتار پاسچرال

1. Hedge

2. Callaghan
3. Ding

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2024-12-11]

[DOR: 20.1001.1.2251807.1402.13.2.10.9]

اثرگذار هستند (۳۲-۳۴)، پیشنهاد می‌گردد که در مطالعات آتی، اثرات زمان در وظیفه ی نشستن طولانی‌مدت با در نظر گرفتن این متغیرها مورد بررسی قرار گیرد. از دیگر محدودیت‌های این مطالعه، می‌توان به این نکته اشاره نمود که به دلیل ثبت سیگنال‌های الکترومایوگرافی از عضلات ناحیه‌ی کمری و گردن، امکان استفاده از صندلی با پشتی و یا سایر حمایت‌کننده‌های ستون مهره‌ای (مشابه با محیط واقعی کار) میسر نبود؛ لذا در تعمیم نتایج گزارش‌شده در این پژوهش به شرایط واقعی کاری کاربران پایانه‌های تصویری، بایستی جوانب احتیاط در نظر گرفته شود.

نتیجه گیری

نتایج حاصل از این پژوهش، نشان داد که وظایف ملزم به نشستن‌های طولانی‌مدت، به دلیل کم‌تحرکی در اکثر اندام‌ها و یا حرکت و جابه‌جایی محدود، می‌تواند منجر به افزایش ناراحتی در اکثر نواحی بدن شود. همچنین یافته‌ها نشان داد که در نشستن‌های طولانی‌مدت، فارغ از تفاوت جنسیتی، سطح فعالیت عضلات ارکتور اسپاینی گردنی و توراسیک و همچنین تراپزیوس فوقانی افزایش یافته و شاخص MPF عضلات نواحی گردنی و تنه کاهش می‌یابد؛ که مؤید خستگی عضلات طی ۹۰ دقیقه نشستن پیوسته است.

نتیجه گیری

این مطالعه با حمایت مالی معاونت محترم تحقیقات و فناوری دانشگاه علوم پزشکی ایران با کد طرح ۲۳۴۰۲ انجام شده است. نویسندگان این مقاله از همکاری مشارکت کنندگان در این طرح که امکان اجرای این پژوهش را فراهم نمودند، قدردانی و تشکر می نماید.

REFERENCES

1. Balci R, Aghazadeh F. The effect of work-rest schedules and type of task on the discomfort and performance of VDT users. Ergonomics. 2003;46(5):455-65.
2. Bontrup C, Taylor WR, Fliesser M, Visscher R, Green T, Wippert PM, et al. Low back pain and its relationship with sitting behaviour among sedentary office workers. Appl Ergon. 2019;81:102894.
3. Bulduk S, Bulduk EÖ, Süren T. Reduction of work-related musculoskeletal risk factors following ergonomics education of sewing machine operators. Int J Occup Saf Ergon. 2017;23(3):347-52.
4. Daneshmandi H, Choobineh A, Ghaem H, Karimi M. Adverse effects of prolonged sitting behavior on the general health of office workers. J Lifestyle Med. 2017;7(2):69. [Persian]
5. Lurati AR. Health issues and injury risks associated with prolonged sitting and sedentary lifestyles. Workplace Health Saf. 2018;66(6):285-90.
6. Hadgraft NT, Brakenridge CL, LaMontagne AD, Fjeldsoe BS, Lynch BM, Dunstan DW, et al. Feasibility and acceptability of reducing workplace sitting time: a qualitative study with Australian office workers. BMC Public Health. 2016;16(1):1-14.
7. Straker L, Abbott RA, Heiden M, Mathiassen SE, Toomingas A. Sit–stand desks in call centres: Associations of use and ergonomics awareness with sedentary behavior. Appl Ergon. 2013;44(4):517-22.
8. Bennie JA, Chau JY, van der Ploeg HP, Stamatakis E, Do A, Bauman A. The prevalence and correlates of sitting in European adults-a comparison of 32 Eurobarometer-participating countries. Int J Behav Nutr Phys Act. 2013;10(1):1-13.
9. Marengo D, Fabris MA, Longobardi C, Settanni M. Smartphone and social media use contributed to individual tendencies towards social media addiction in Italian adolescents during the COVID-19 pandemic. Addict Behav. 2022;126:107204.
10. Dunstan DW, Howard B, Healy GN, Owen N. Too much sitting–a health hazard. Diabetes Res Clin Pract. 2012;97(3):368-76.
11. Ziaei R, Mohammadi R, Dastgiri S, Baybordi E, Rahimi VA, Sadeghi-Bazargani H, et al. The prevalence and correlates of physical activity/inactivity and sedentary behaviour among high-school adolescents in Iran: a cross-sectional study. J Public Health. 2020:1-11.
12. Kalkis H. Economic analytical methods for work-related

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2024-12-11]

[DOR: 20.1001.1.2251807.1402.13.2.10.9]

MSD cost prediction. Procedia Manuf. 2015;3:4181-8.
13. Claus AP, Hides JA, Moseley GL, Hodges PW. Is 'ideal'sitting posture real?: Measurement of spinal curves in four sitting postures. Man Ther. 2009;14(4):404-8.
14. Davis KG, Kotowski SE. Postural variability: an effective way to reduce musculoskeletal discomfort in office work. Hum Factors. 2014;56(7):1249-61.
15. Lee JY, Baker R, Coenen P, Straker L. Use of a footrest to reduce low back discomfort development due to prolonged standing. Appl Ergon. 2018;67:218-24.
16. Saiklang P, Puntumetakul R, Selfe J, Yeowell G. An evaluation of an innovative exercise to relieve chronic low back pain in sedentary workers. Hum Factors. 2020:0018720820966082.
17. Merletti R, Farina D. Surface electromyography: physiology, engineering, and applications. John Wiley & Sons; 2016.
18. Li X, Komeili A, Gül M, El-Rich M. A framework for evaluating muscle activity during repetitive manual material handling in construction manufacturing. Autom Constr. 2017;79:39-48.
19. Szeto GPY, Straker LM, O'Sullivan PB. Neck-shoulder muscle activity in general and task-specific resting postures of symptomatic computer users with chronic neck pain. Man Ther. 2009;14(3):338-45.
20. Al-Qaisi S, Saba A, Alameddine I. Electromyography analysis: Comparison of maximum voluntary contraction exercises for the latissimus dorsi. Work. 2022(Preprint):1-6.
21. Jin S, Kim M, Park J, Jang M, Chang K, Kim D. A comparison of biomechanical workload between smartphone and smartwatch while sitting and standing. Appl Ergon. 2019;76:105-12.
22. Borg G. An introduction to Borg's RPE-scale. Mouvement Publications; 1985.
23. Mekhora K, Liston C, Nanthavanij S, Cole JH. The effect of ergonomic intervention on discomfort in computer users with tension neck syndrome. Int J Ind Ergon. 2000;26(3):367-79.
24. Khorasani SMS, Oskouei AH, Ghaderi F. Effect of Normalization Methods on the Reliability of EMG during Stair Negotiation and Ramp Walking. Scientific Journal of Rehabilitation Medicine. 2017;6(4):201-9. [Persian]
25. Waongenngarm P, van der Beek AJ, Akkarakittichoke N, Janwantanakul P. Perceived musculoskeletal discomfort and its association with postural shifts during 4-h prolonged sitting in office workers. Appl Ergon. 2020;89:103225.
26. Li W, Yu S, Yang H, Pei H, Zhao C. Effects of long-duration sitting with limited space on discomfort, body flexibility, and surface pressure. Int J Ind Ergon. 2017;58:12-24.
27. Mahdavi N, Motamedzade M, Jamshidi AA, Darvishi E, Moghimbeygi A, Heidari Moghadam R. Upper trapezius fatigue in carpet weaving: the impact of a repetitive task cycle. Int J Occup Saf Ergon. 2018;24(1):41-51. [Persian]
28. Karimi Z, Mazloumi A, Sharifnezhad A, Jafari AH, Kazemi Z, Keihani A, et al. Determining the interactions between postural variability structure and discomfort development using nonlinear analysis techniques during prolonged standing work. Appl Ergon. 2021;96:103489. [Persian]
29. Ding Y, Cao Y, Duffy VG, Zhang X. It is time to have rest: how do break types affect muscular activity and perceived discomfort during prolonged sitting work. Saf Health Work. 2020;11(2):207-14.
30. Dorel S. Maximal force-velocity and power-velocity characteristics in cycling: Assessment and relevance. In: Biomechanics of training and testing. Springer; 2018. p. 7-31.
31. Jia B. The application of EMG-based methods in evaluating the impact of prolonged sitting on people's health. In: Sedentary Behaviour-A Contemporary View. IntechOpen; 2020.
32. Boocock MG, Mawston GA, Taylor S. Age-related differences do affect postural kinematics and joint kinetics during repetitive lifting. Clin Biomech (Bristol, Avon). 2015;30(2):136-43.
33. Boocock MG, Taylor S, Mawston GA. The influence of age on spinal and lower limb muscle activity during repetitive lifting. J Electromyogr Kinesiol. 2020;55:102482.
34. Sözen H, Cè E, Bisconti A, Rampichini S, Longo S, Coratella G, et al. Differences in electromechanical delay components induced by sex, age and physical activity level: new insights from a combined electromyographic, mechanomyographic and force approach. Sport Sci Health. 2019;15(3):623-33.

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2024-12-11]

[DOR: 20.1001.1.2251807.1402.13.2.10.9]