*Journal of Health and Safety at Work 2023; 13(3): 514-530*

**ORIGINAL RESEARCH PAPER**

# The Effect of Stretching Exercises on Perceived Discomfort, Trunk Muscle Activity, and Fatigue in Prolonged Sitting Tasks

***Maryam Mohammadalizadeh[1], Zeinab Kazemi[2], Ehsan Garosi[1], Ahmadreza Keihani[3], Alireza Shaghaghi[1], 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 Psychiatry, University of Pittsburgh, Pittsburgh, USA*

Received: 2022-11-1 Accepted: 2023-5-4

## ABSTRACT

**Introduction:** Prolonged sitting postures are among the risk factors for musculoskeletal disorders in occupational settings, leading to increased musculoskeletal discomfort in various body regions. This discomfort can negatively impact individuals' health and impose high costs on society in terms of work absences, early disabilities, and reduced productivity. The purpose of this study is to investigate the effect of stretching exercises on the level of discomfort, muscle activity, and muscle fatigue in the neck and trunk region during prolonged sitting tasks.

**Material and Methods:** This experimental study was conducted among 20 healthy male and female participants under two test conditions: control and intervention. In the control condition, participants performed cognitive tasks (watching videos, typing, text editing, and nback cognitive test) without any intervention. In the intervention condition, participants performed stretching exercises before each task. The Visual Analogue Scale was used to assess perceived discomfort. Also, muscle fatigue was evaluated using an electromyography (EMG) device and RMS and MPF measures.

**Results:** Discomfort in hands and arms (p-value=0.04) and lower back (p-value=0.03) during video-watching was higher in the control condition than in the intervention. Regarding muscle activity, the activity of the right cervical erector spinae during the video-watching task was lower in the control condition than in the intervention. In the n-back cognitive test and text editing, the right lumbar erector spinae muscle activity was significantly higher in the control condition than in the stretching exercises intervention. Regarding the left cervical erector spinae, a significant difference was observed between fatigue in control and intervention conditions during the video-watching task. Also, right thoracic erector spinae fatigue in text editing was higher in the control condition than in the exercise intervention; however, for the n-back test, the level of fatigue was lower in the control condition compared to the intervention.

**Conclusion:** The perceived discomfort in seated computer tasks is generally lower in the exercise intervention compared to the control condition. The stretching exercises used in this study improved muscle activity and reduced fatigue in some of the trunk muscles, although the effects of the exercises depend on the type of task. Overall, muscle fatigue in two cognitive tasks, text editing and n-back, was more affected by stretching exercises than other tasks.

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

**HOW TO CITE THIS ARTICLE**

*Mohammadalizadeh M, Kazemi Z, Garosi E, Keihani A, Shaghaghi A, Ghasemi M.S. The Effect of Stretching Exercises on Perceived Discomfort, Trunk Muscle Activity, and Fatigue in Prolonged Sitting Tasks. J Health Saf Work. 2023; 13(3): 514-530.*

* 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 2026-06-20 ]

## 1. INTRODUCTION

Statistics show that around 75% of all jobs are related to computer use, which has increased recently. Studies have reported that individuals spend about 50 to 86% of their working time on sitting tasks. Sitting for long periods is associated with numerous health issues. Among these, musculoskeletal disorders, especially in the back, lower limbs, shoulders, and neck, are of particular concern. These complications adversely affect health, performance, and quality of life, imposing direct and indirect costs on individuals and society. Specifically, sitting for a long time can fatigue trunk muscles due to continuous deep muscle contractions. Lack of deep muscle activities may reduce spinal stability and increase the loads and stresses on the spine.

One potential solution to mitigate the adverse effects of prolonged sitting is ergonomic interventions, with dynamic sitting behavior being suggested to have beneficial biomechanical and physiological effects by improving spinal movements, changing trunk muscle activation patterns, and increasing the flow of fluids and nutrients to muscle tissues. Among the low-cost interventions targeting dynamic sitting, stretching exercises are assumed to effectively increase joint flexibility and improve muscle activity, thereby reducing the load on the lumbar spine.

Despite the benefits of stretching exercises in reducing musculoskeletal pain, the impact of short exercise programs during office work tasks still needs to be tested. Due to the prevalence of sitting and limited research available, this study aimed to investigate the effects of stretching exercises on neck and trunk discomfort and muscular fatigue during simulated computer-based tasks.

## 2. MATERIAL AND METHODS

This experimental study was performed among 20 participants (gender-balanced) recruited from the university population. The workstation comprised a desk and a backless chair, with a laptop placed at a height and distance that complied with the ANSI/HFES100 standard. The study included two conditions: control and intervention, in which the participants performed 10-minute tasks, including watching a video with neutral emotional content, typing a Persian text, editing misspelled words in text passages, and an n-back cognitive test. In the intervention condition, subjects performed a ~2-minute stretching exercise before each task. Following each task, the subjects rated their level of perceived discomfort using the Visual Analogue Scale (VAS), ranging from 0 (no discomfort) to 10 (extreme discomfort). An 8-channel electromyography (EMG) system was used to continuously record the level of electrical muscle activity in the neck and trunk regions during each task at a sampling frequency of 1000 Hz. The electrodes were placed over the right and left upper trapezius muscles (UTR and UTL), cervical erector spinae (ESCR and ESCL), thoracic erector spinae (ESTR and ESTL), and lumbar erector spinae (ESLR and ESLL). Before the sitting tasks, participants performed a series of maximal voluntary contractions (MVCs) separately for each muscle, which was used for further normalization. Raw EMG data were filtered using a fourth-order Butterworth filter (10 to 300 Hz). The median power frequency (MPF) and normalized root mean square (nRMS) of the EMG signal that corresponded to each task and muscle were computed. SPSS software version 26 was used to analyze the data. Paired samples t-tests were run to assess the differences in perceived discomfort and EMG metrics between control and intervention conditions.

## 3. RESULTS AND DISCUSSION

According to the results, the highest level of discomfort was associated with the neck region in both control and intervention conditions, with the n-back task leading to the highest discomfort in the control condition and text editing causing the highest discomfort in the intervention condition. In addition, overall, the average level of discomfort was lower in the intervention condition than in the control condition. Pairwise comparisons revealed that discomfort levels in the hands and arms and lower back were significantly lower in the intervention condition during the video-watching task ($p=0.04$ and $p=0.03$, respectively) compared to the control condition.

Shariat et al. (2017) reported that performing a series of exercises three times per week for 11 weeks reduced discomfort in the neck, shoulders, and back among office workers and enhanced joint flexibility. Tunwattanapong et al. (2016) also conducted a study on office workers with neck and shoulder pain and concluded that a four-week stretching exercise program significantly reduced discomfort. The pain reduction was attributed to the promising effect of stretching exercises on



[ Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2026-06-20 ]

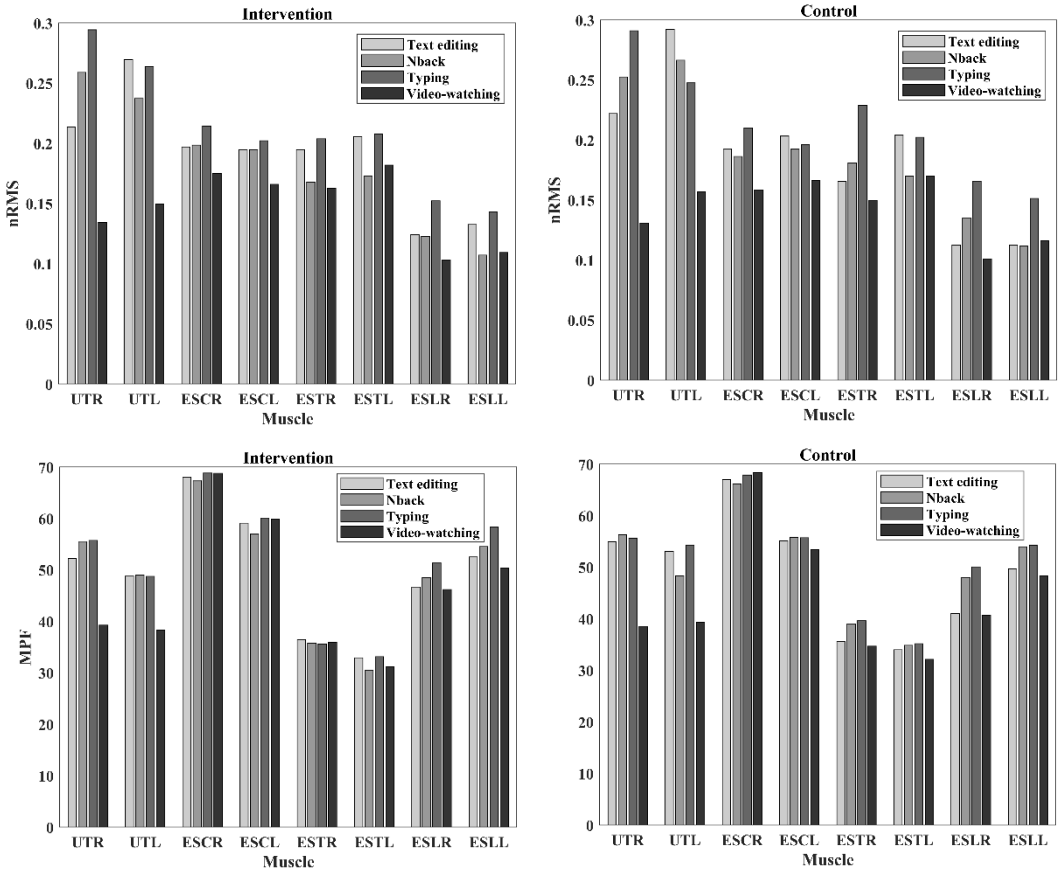



Fig. 1: Neck and trunk mmuscles' amplitude (nRMS) and fatigue (MPF) in four computer-based tasks (text editing, nback cognitive test, typing, and video-watching) in control and intervention (i.e., stretching exercises) conditions (UTR and UTL: right and left upper trapezius; ESCR and ESCL: right and left cervical erector spinae; ESTR and ESTL: right and left thoracic erector spinae; ESLR and ESLL: right and left lumbar erector spinae).

proprioception and joint mobility.

Figure 1 illustrates the average level of nRMS and MPF separately for various muscles and tasks. Results indicated a significant difference in the activity level of the right cervical erector spinae muscle (ESCR) during the video-watching task between the control and intervention conditions (p=0.03), with the activity level being 10.76% lower in control than in the intervention condition. Similarly, during the n-back cognitive test (p=0.03) and the text editing task (p=0.01), the activity of the right ESLR was significantly higher in the control condition than in the intervention (9.63% and 9.58%, respectively). The median frequency of the left cervical erector spinae muscle (ESCL) during the video-watching task was significantly lower in the control condition than in the intervention condition (p=0.03, 12.05%). Similarly, a significant difference was observed in the median frequency of the ESTR muscle during the text editing task (p=0.01) and n-back cognitive test (p=0.03), with the control condition showing lower levels of fatigue during the text correction task and higher levels of fatigue during the n-back task (8.25%). Finally, a significant difference was observed in the fatigue index of the ESLR muscle during text editing (p=0.001), with the intervention condition showing 13.92% higher fatigue levels than the control condition.

Nakphet et al. (2014) examined the effect of 3-min stretching exercises after every 20-minute typing task (60 minutes in total) on perceived discomfort and EMG activity of shoulder and neck muscles. The results indicated no significant difference in muscle activity between the intervention and control groups. The

[ Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2026-06-20 ]

differences in results may be due to variations in study design, type of stretching exercises, and study procedure. Previous studies have shown that stretching exercises may improve range of motion, reduce muscle tension, and improve blood circulation.

## 4. CONCLUSIONS

The sedentary nature of office work significantly contributes to musculoskeletal pain and discomfort, particularly in the neck, shoulders, and lower back regions. This study examined the effectiveness of stretching exercises in mitigating perceived discomfort and muscular fatigue. The findings demonstrated the promising effect of short bouts of stretching exercises on perceived discomfort in all upper body and trunk regions and fatigue in some of the neck and trunk muscles. Furthermore, the nature of the task can affect the level of muscle discomfort and fatigue, as evidenced by significant differences between control and intervention groups during high cognitive loads activities such as text editing and n-back cognitive tests. These results could have implications for individuals who frequently engage in cognitive tasks and may benefit from incorporating stretching into their work to reduce discomfort. Overall, this study suggests that incorporating stretching exercises into office work routines can effectively reduce musculoskeletal discomfort.

[ Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2026-06-20 ]

# بررسی تأثیر تمرینات کششی بر ناراحتی، سطح فعالیت و خستگی عضلات تنه در وظایف نشسته طولانی مدت

مریم محمدعلیزاده[۱]، زینب کاظمی[۲]، احسان گروسی[۱]، احمدرضا کیهانی[۳]، علیرضا شقاقی[۱]، محمدصادق قاسمی[۱*]

[۱] گروه ارگونومی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران
[۲] گروه مهندسی صنایع، دانشگاه کلمسون، کلمسون، امریکا
[۳] گروه روانپزشکی، دانشگاه پیتزبرگ، پیتزبرگ، امریکا

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۸/۱۰، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۲/۱۴

## چکیده

**مقدمه:** پوسچرهای نشسته طولانی از جمله ریسک فاکتورهای اختلالات اسکلتی-عضلانی در محیط‌های شغلی می‌باشند که منجر به افزایش ناراحتی‌های اسکلتی-عضلانی در نواحی مختلف بدن می‌شوند. این ناراحتی‌ها می‌توانند اثر منفی بر سلامت افراد گذاشته و هزینه‌های زیادی را در غالب غیبت‌های کاری، ناتوانی‌های زودرس و کاهش بهره وری به جوامع تحمیل کنند. هدف از انجام مطالعه حاضر بررسی تأثیر تمرینات کششی بر سطح ناراحتی و خستگی عضلات تنه در وظایف نشسته طولانی مدت می‌باشد.

**روش کار:** مطالعه تجربی حاضر بر روی ۲۰ شرکت‌کننده سالم زن و مرد در دو شرایط آزمون کنترل و مداخله انجام شد. در حالت کنترل، آزمودنی‌ها بدون هیچگونه مداخله‌ای به انجام وظایف شناختی (تماشای ویدیو، تایپ متن، اصلاح اشتباهات متن و تست شناختی nback) پرداختند. در وضعیت دوم (مداخله) از آزمودنی خواسته شد تا مجدداً تمامی وظایف تعریف شده را انجام دهد. در این حالت آزمودنی قبل از هر وظیفه، تمرینات کششی مشخصی را انجام و سپس به سراغ اجرای وظیفه می‌رفت. بمنظور ارزیابی ناراحتی درک شده از پرسشنامهٔ Visual Analogue Scale و بمنظور ارزیابی خستگی عضلانی از دستگاه الکترومایوگرافی و از شاخص‌های RMS و MPF استفاده گردید.

**یافته ها:** میزان ناراحتی در ناحیه دست‌ها و بازوها ($p = ۰/۰۴$) و قسمت تحتانی کمر ($p = ۰/۰۳$) در وظیفه تماشای ویدئو در حالت کنترل بیشتر از مداخله بدست آمد. درخصوص سطح فعالیت عضلانی، سطح فعالیت عضله ارکتور اسپاینی گردنی راست در وظیفهٔ تماشای ویدئو در حالت کنترل کمتر از مداخلهٔ ورزشی بود. در تست شناختی nback و وظیفه اصلاح متن میزان فعالیت الکتریکی عضلهٔ ارکتور اسپاینی کمری راست در حالت کنترل بصورت معناداری نسبت به شرایط مداخله ورزشی بیشتر بود. بین شاخص خستگی عضله ارکتور اسپاینی گردنی چپ در وظیفه تماشای ویدئو، بین حالت کنترل و مداخله تفاوت معناداری وجود دارد. همچنین، خستگی عضلهٔ ارکتور اسپاینی سینه‌ای راست در وظیفه ویرایش متن در حالت کنترل بیشتر از مداخلهٔ ورزشی بود؛ اما برای وظیفهٔ nback در حالت مداخله میزان خستگی نسبت به کنترل، بیشتر بوده است.

**نتیجه‌گیری:** سطح ناراحتی درک شده در وظایف کار با کامپیوتر نشسته، در مداخله ورزشی به طور کلی کمتر از حالت کنترل می‌باشد. تمرینات کششی مورد استفاده در این پژوهش موجب بهبود سطح فعالیت عضلانی و کاهش میزان خستگی برخی عضلات تنه شد که البته تأثیر تمرینات به نوع وظیفه بستگی دارد. به‌طوریکه خستگی عضلات در دو وظیفه اصلاح متن و nback که ماهیت شناختی دارند بیش از سایر وظایف تحت تأثیر تمرینات کششی قرار گرفتند.

**کلمات کلیدی:** *اختلالات اسکلتی-عضلانی، نشستن طولانی مدت، الکترومایوگرافی، تمرینات کششی*

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



[ Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2026-06-20 ]

## مقدمه

پوسچرهای (وضعیت بدنی) نشسته طولانی مدت از جمله ریسک فاکتورهای اختلالات اسکلتی عضلانی می باشند که امروزه توجه بسیاری از ارگونومیست‌ها را به خود جلب کرده است (۳). نشستن طولانی مدت به نشستن پیوسته بمدت بیش از ۳۰ دقیقه و یا گذراندن بیش از دو سوم از روز کاری درحالت نشسته (مجموع زمان‌های نشستن)، اطلاق می گردد (۵،۴). امروزه مشاغل گوناگونی درگیر نشستن طولانی مدت هستند؛ از جمله این گروه‌های شغلی می توان به متصدیان بانک، کارکنان مراکز تماس، تایپیست‌ها، اپراتورهای اتاق کنترل، خلبانان، خیاطان، قالی بافان و غیره اشاره نمود (۶).

آمارها در سال ۲۰۰۰ نشان داده است که حدود ۷۵ درصد از تمامی مشاغل به نحوی به استفاده از رایانه مربوط بوده اند و قاعدتاً در شرایط فعلی می‌توان انتظار داشت که فعالیت‌های بیشتری با استفاده از رایانه در حال انجام باشد (۷). در مطالعه ای ذکرشده که افراد حدود ۵۰ تا ۸۶ درصد از زمان کاری خود را صرف انجام کارهای کم تحرک می‌کنند (۸). در مطالعه‌ای دیگر، میانگین مدت زمان نشستن افراد در کشورهای اروپایی به‌طور متوسط ۳۰۹ دقیقه در روز گزارش شد (۹). بعلاوه یافته‌های حاصل از مطالعه‌ای در کشور ایران بر روی کارمندان بخش اداری، نشان داد که کارمندان در یک شیفت کاری ۸ ساعته، به‌طور متوسط ۶/۲۹ ساعت را در وضعیت نشسته سپری می‌کنند (۵). در شرایط فعلی پاندمی COVID-۱۹ نیز با کاهش فعالیت جسمانی مواجه هستیم و می توان انتظار داشت که همچنان فعالیت‌های بیشتری در وضعیت نشسته انجام شود. در این راستا، کاهش معنی دار میزان فعالیت جسمانی دانش آموزان در دوران پاندمی ویروس کرونا گزارش شده است (۱۰).

شواهد نشان می دهد که نشستن طولانی مدت با مشکلات متعدد سلامتی از جمله اختلالات اسکلتی-عضلانی بخصوص احساس ناراحتی در نواحی کمر، شانه‌ها و گردن، کاهش عملکرد شناختی (۱۱)، بیماری‌های زمینه ای مانند دیابت نوع ۲، بیماری‌های قلبی عروقی، فشارخون، افزایش ضربان قلب، گرفتگی عروق، تورم پاها (۱۲) و مرگ و میر همراه می باشد (۲). طبق داده‌های سازمان بهداشت جهانی (WHO)، بیماری‌های غیر واگیر (شامل اختلالات قلبی عروقی و اختلالات اسکلتی عضلانی) تا سال ۲۰۳۰ میلادی باعث مرگ ۵۲ میلیون نفر در جهان خواهند شد (۱۳). کمردرد از جمله 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 (۱۴). نشستن طولانی مدت می تواند باعث خستگی عضلات تنه در اثر انقباض مداوم عضلات عمقی می شود. کمبود فعالیت عضلات عمقی نیز می تواند پایداری ستون مهره ای ناشی از فعالیت عضلانی را کاهش داده و منجر به افزایش بارها و استرس‌های وارد بر ستون فقرات شود (۱۵).

به علت گستردگی قابل‌توجه عوارض ذکر شده در میان کارکنان ایستگاه‌های کاری نشسته که در نهایت منجر به افزایش هزینه‌های درمان و بیمه، افزایش غیبت‌های کاری، و همچنین کاهش‌بهره وری و کارایی می شوند (۱۶)، طی چند دهه اخیر کنترل علائم و اختلالات اسکلتی عضلانی ناشی از نشستن طولانی مدت در کار با پایانه‌های تصویری از طریق مداخلات ارگونومیکی مورد توجه محققین قرار گرفته است. مداخلات ارگونومیک جهت کنترل علائم اسکلتی_ عضلانی حاد ناشی از نشستن طولانی مدت را می‌توان در دو حوزه مداخلات مربوط به برنامه کار-استراحت و مداخلاتی که مکانیسم‌های مسئول بروز علائم اسکلتی_عضلانی و ناراحتی طی نشستن طولانی مدت را فعال می کنند (۱۷) تقسیم بندی نمود. با توجه به عملی نبودن مداخلات مبنی بر تنظیم برنامه های کار-استراحت جهت کاهش میزان نشستن مداوم در بسیاری از محیط‌های کاری، توسعه و استفاده از مداخلات گروه دوم همواره مورد توجه بوده است (۱۸). از جمله این مداخلات کم هزینه می توان به انجام حرکات ورزشی کششی با هدف بالابردن تغییرپذیری در پوسچر و فعالیت عضلانی و همچنین کاهش بار وارد بر ستون فقرات کمری



[ Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2026-06-20 ]

اشاره نمود (۲۰،۱۹). تصور بر این است که رفتار نشسته پویا تأثیرات بیولوژیکی و فیزیولوژیکی مفیدی را فراهم می کند، زیرا تغییرات پوسچر می تواند باعث کاهش بارهای بیومکانیکی ستون فقرات عضلات از طریق فعال کردن متناوب واحدهای حرکتی و افزایش جریان مایعات و مواد مغذی به بافت‌های عضلانی شود (۲۱). در نتیجه تسهیل حرکات ستون فقرات و تغییر پویای موقعیت مهره‌های کمر و لگن در هنگام نشستن و تغییر الگوهای فعال شدن عضلات تنه، به کاهش استرس‌های اسکلتی عضلانی و درد مربوط به وضعیت بدن کمک می کند (۲۳،۲۲).

علی رغم اینکه تمرینات کششی عمقی به‌عنوان یک مداخله برای دردهای اسکلتی-عضلانی ازجمله کمردرد معرفی شده اند (۲۴)، اثر برنامه تمرینات ورزشی مکرر حین انجام وظایف کاری، هدف مطالعات کمی بوده است. با توجه به اهمیت موضوع از جنبه گستردگی وظیفه نشستن طولانی مدت و عوارضی که به‌دنبال دارد و از سوی دیگر مطالعات محدودی که به‌طور عملی به انجام مداخلات ارگونومیکی در این حوزه پرداخته اند، هدف از مطالعه حاضر، بررسی تأثیر تمرینات کششی بر سطح ناراحتی و خستگی عضلات تنه در وظایف نشسته طولانی مدت بود. در این مطالعه فرض بر این است که انجام تمرینات کششی مکرر قبل از انجام وظایف کاری اداری منجر به کاهش میزان ناراحتی و همچنین خستگی عضلات ناحیه گردن و تنه در مقایسه با وضعیت کنترل می شود.

## روش کار

### *آزمودنی‌ها*

مطالعه تجربی و مداخله‌ای حاضر در آزمایشگاه پژوهشگاه تربیت بدنی و علوم ورزشی بر روی ۲۰ آزمودنی (۱۰ زن و ۱۰ مرد) سالم انجام شد. میانگین سنی شرکت‌کنندگان برای گروه خانم‌ها و آقایان به ترتیب ۲۵/۶ و ۲۶/۱ سال بود. میانگین قد و وزن 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 بدست آمد.

داشتن حداقل ۵ سال سابقه کار با وظایف مرتبط با کامپیوتر و عدم وجود اختلالات اسکلتی عضلانی به‌عنوان معیارهای ورود به مطالعه در نظر گرفته شد. قبل از شروع مطالعه، کد اخلاق به شماره (IR. IUMS. REC. 1400. 240) از کمیته اخلاق دانشگاه علوم پزشکی ایران دریافت گردید.

### *روش انجام کار*

بعد از شرح اهداف مطالعه و کسب رضایت‌نامهٔ کتبی، ابعاد آنتروپومتری آزمودنی‌ها شامل قد و وزن اندازه‌گیری شد. سپس آموزش‌های لازم درخصوص ایستگاه کاری طراحی شده و وظایف تعریف شده در مطالعه به آزمودنی‌ها ارائه شدند. ایستگاه کاری شامل میز و صندلی بدون پشتی (جهت جلوگیری از ایجاد تداخل با الکترودهای متصل به فرد) و یک دستگاه لپ‌تاپ بود (شکل شماره ۱). لازم بذکر است که ارتفاع صندلی و موقعیت قرارگیری رایانه مطابق با استاندارد ANSI/HFES100 و با در نظر گرفتن ابعاد آنتروپومتری شرکت کنندگان تنظیم می شد (۲۵). این مطالعه شامل دو فاز کنترل و مداخله بود که در فاز کنترل از آزمودنی‌ها درخواست می شد تا تمامی وظایف تعریف شده در این پژوهش را بدون هیچ نوع مداخله ای انجام دهند. وظایف تعریف شده شامل (۱) تماشای یک ویدئو با بار هیجانی خنثی (در این حالت عملکرد اندازه گیری نمی شد)، (۲) تایپ کردن یک متن فارسی (تعدادکاراکترهای تایپ شده ملاک است)، (۳) اصلاح متن دارای غلط‌های املایی (تعداد کلمات اصلاح شده ملاک است) (۲۶) و (۴) انجام تست شناختی nback (در نسخه کامپیوتری، دنباله‌ای از محرک‌های بینایی، گام به گام و بصورت تصادفی بر روی صفحه ظاهر می‌شود و آزمودنی باید بررسی کند که آیا محرک ارائه شده فعلی با محرک n (در این مطالعه n =۲ می باشد) گام قبل مشابه است یا خیر (۲۷)) می‌باشند. لازم به ذکر است که مدت زمان انجام هر وظیفه ۱۰ دقیقه در نظر گرفته شد. در فاز مداخله از آزمودنی درخواست می گردید تا



[ Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2026-06-20 ]

تمامی وظایف تعریف شده در این پژوهش (ذکر شده در بخش حالت کنترل) را انجام دهد. در این مرحله، قبل از انجام هر وظیفه از آزمودنی‌ها خواسته می شد تا حرکات کششی مشخصی را با هدف افزایش سطح کشش و فعالیت عضلات تنه و اندام فوقانی، که در اثر نشستن طولانی مدت به حالت ایستا درمی آیند، را به مدت ۲ دقیقه انجام دهند (شکل شماره ۲) و سپس به سراغ اجرای وظیفه بروند (۲۸،۲). در مجموع در هر دو فاز کنترل و مداخله، آزمودنی‌ها در هر روز ۴۰ دقیقه (هر وظیفه به مدت ۱۰ دقیقه) به اجرای وظایف می پرداختند که در فاز مداخله نیز ۸ دقیقه تمرین کششی (۲ دقیقه به ازای هر وظیفه) انجام شد. آزمون‌ها در دو جلسه مجزا طی دو روز متوالی انجام شد. ترتیب انجام جلسات و همچنین ترتیب انجام وظایف برای هر فرد بصورت تصادفی تعیین می شد. تمامی جلسات آزمون در یک زمان معین در قبل از ظهر انجام می شد. در تمامی وظایف، آزمودنی‌ها اجازه گذاشتن دست خود بر روی سطح کار جهت کار با موس و کیبرد را داشتند اما از تکیه دادن به سطح میز کار و انداختن وزن بر روی میز جلوگیری می شد. همچنین آزمودنی‌ها در بازه‌های زمانی نشستن، امکان بلند کردن پا یا انجام حرکات عمده در تنه و اندام تحتانی را نداشتند. در طول اجرای وظایف تعریف شده، سطح فعالیت الکتریکی عضلات بصورت پیوسته ثبت شد. همچنین میزان ناراحتی درک شده توسط شرکت کنندگان بعد از انجام هر وظیفه ثبت می گردید.

*ارزیابی میزان ناراحتی درک شده*

برای ارزیابی ناراحتی درک شده در بخش‌های مختلف بدن شامل سر و گردن، شانه‌ها، قسمت فوقانی کمر، بازوها و دست‌ها، و قسمت تحتانی کمر از مقیاس بصری میزان ناراحتی درک شده Visual Analogue Scale (VAS) استفاده شد. در این مقیاس، عدد صفر به منزلهٔ عدم وجود درد و عدد ده به منزلهٔ درد بیشینه (بسیار شدید) می‌باشد. روایی و پایایی این مقیاس در مطالعات مختلف بررسی و تائید شده است (۲۹).

*ارزیابی سطح فعالیت الکتریکی عضلات با استفاده از دستگاه الکترومایوگرافی سطحی*

در پژوهش حاضر جهت جمع آوری سیگنال‌های الکتریکی عضلات ناحیه گردن و تنه از دستگاه الکترومایوگرافی ۸ کانالهٔ Myon با فرکانس نمونه برداری ۱۰۰۰هرتز استفاده شد. داده‌های دستگاه الکترومایوگرافی، بصورت همزمان‌سازی شده و در قالب فایل C3D خروجی گرفته شد و سپس بوسیلهٔ نرم‌افزار موکا (MOKKA) به قالب xlsx تبدیل شد. آنالیز داده‌ها بصورت آفلاین و با استفاده از نرم‌افزار متلب نسخهٔ ۲۰۲۰-b صورت گرفت.

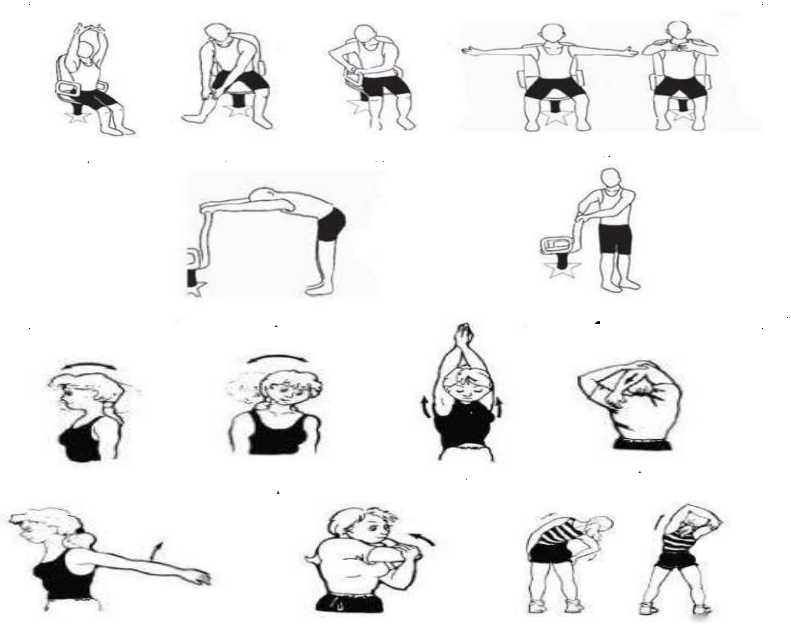
در این مطالعه از الکترودهای پسیو به صورت دوقطبی با فاصله مرکز تا مرکز دو سانتی متر برای ثبت سیگنال عضلات ارکتوراسپاینی گردنی[1] (ESC)، ارکتور اسپاینی سینه‌ای[2] (EST)، ارکتوراسپاینی کمری[3] (ESL)، و تراپزیوس فوقانی[4] (UT) استفاده گردید. عضلات هدف با توجه به مطالعات مربوط به نشستن‌های طولانی مدت و نوع وظایف در این مطالعه، شناسایی شدند. الکترودگذاری بر اساس پروتکل‌های سنیام[5] (SENIAM) انجام شد (۳۰). پس از آماده‌سازی پوست (تراشیدن موهای زائد و تمیز کردن پوست با الکل طبی) و چسباندن الکترودهای دستگاه الکترومایوگرافی، ابتدا آزمون حداکثر انقباض ارادی (MVC) انجام شد. هدف از انجام آزمایش‌های MVC، رساندن عضلات به حداکثر سطح فعالیت خود و سپس نرمال سازی سطح فعالیت الکتریکی هر عضله حین انجام وظیفه نسبت به حداکثر قدرت انقباضی همان عضله می باشد. آزمون حداکثر قدرت انقباض ارادی با توجه به پروتکل ذکرشده در کتاب الکترومیوگرافی (اصول، مبانی و کاربردهای آن در ارگونومی) اجرا شد (۳۱). این فرایند به گونه‌ای بود که آزمودنی می‌بایست حداکثر نیرو را برخلاف جهت نیروی وارد شده توسط آزمونگر، اعمال نماید. ثبت EMG برای

1. Erector spinae- Cervical
2. Erector spinae-Thoracic
3. Erector spinae- Lumbar
4. Upper trapezius
5. Surface electromyography for the non-Invasive assessment of muscles



[ Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2026-06-20 ]

شکل ۱: محل قرارگیری الکترودهای دستگاه الکترومایوگرافی در پژوهش حاضر



شکل ۲: حرکات کششی مورد استفاده در پژوهش حاضر (۱, ۲)

هر عضله سه بار، هر بار به مدت تقریبا ۵ ثانیه صورت گرفت. جهت جلوگیری از ایجاد خستگی، دو دقیقه استراحت بین تکرارها در نظر گرفته شد و میانگین سه تکرار به عنوان میزان نهایی MVC فرد، مورد استفاده قرار گرفت (۳۲).

*پردازش داده‌ها*

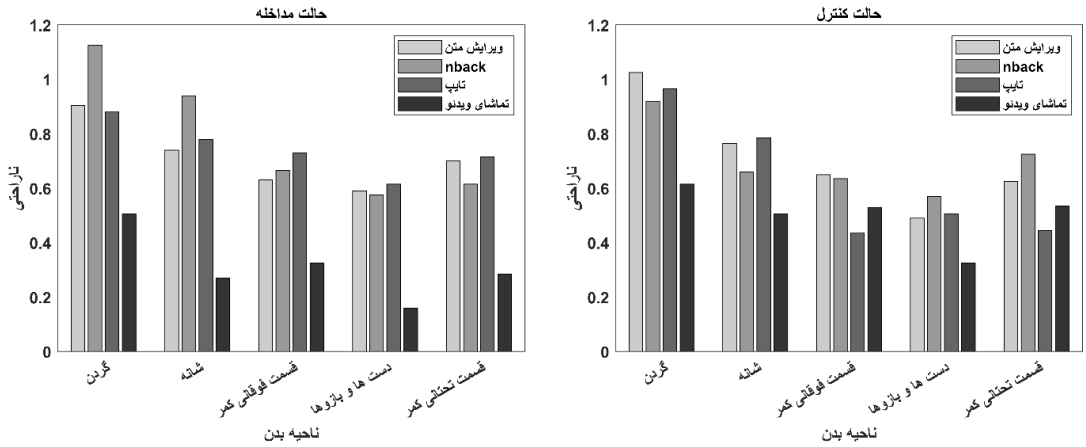
به منظور فیلتر کردن و حذف نویزهای ناخواسته در داده‌های الکترومایوگرافی از یک فیلتر باترورث[1] مرتبه چهار در بازه ۱۰ تا ۳۰۰ هرتز استفاده گردید. همچنین از یک ناچ فیلتر[2] در محدودهٔ فرکانس ۵۰ هرتز جهت حذف برق شهری استفاده شد. بعلاوه، داده‌ها هم در حوزه زمان و هم در حوزه فرکانس بصورت چشمی جهت وجود هر نوع اسپایک مورد بررسی قرار گرفتند. در پژوهش حاضر بمنظور کمی سازی سطح فعالیت عضلات از شاخص Normalized RMS (nRMS) (۳۳) و بر مبنای سطح فعالیت ثبت شده طی وظیفه نشستن و سطح فعالیت ثبت شده طی آزمون‌های MVC (میانگین سه بار ثبت) بصورت جداگانه برای هر عضله استفاده شد. همچنین

1. Butterworth filter

2. Notch filter



[ Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2026-06-20 ]




شکل ۳: میزان ناراحتی درک شده با استفاده از مقیاس VAS به تفکیک بخش‌های مختلف بدن و وظایف تعریف شده در دو حالت مداخله (حرکات کششی) و کنترل

از شاخص فرکانس میانه[1] (MPF) جهت کمی سازی خستگی عضلات استفاده شد.

*آنالیز آماری داده‌ها*

برای تجزیه و تحلیل آماری داده‌های این مطالعه، از نرم‌افزار SPSS نسخهٔ ۲۶ استفاده شد. منظور مقایسه متغیرهای وابسته (سطح ناراحتی و میزان خستگی عضلانی) در بین دو شرایط آزمون (کنترل و مداخله) از آزمون آماری paired t-test (تی تست زوجی) استفاده شد. بدین صورت که اختلاف واریانس زوجی داده‌ها در سطح معنی داری ۰/۰۵ برای هرکدام از وظایف انجام شده در طول مدت زمان انجام آزمون بصورت دو به دو بین حالت کنترل و مداخله مقایسه شدند.

## یافته ها

شکل شماره ۳ میانگین ناراحتی درک شده در بخش‌های مختلف بدن را بر اساس چهار نوع وظیفه در دو حالت مداخله و کنترل نشان می دهد. دامنه نمره ناراحتی از صفر به معنی عدم ناراحتی تا ۱۰ معادل ناراحتی خیلی شدید و آزاردهنده می باشد. براساس یافته‌ها بیشترین میزان ناراحتی درک شده در هر دو شرایط کنترل و مداخله مربوط به ناحیه گردن می باشد. این میزان در حالت کنترل مربوط به وظیفه nback و در حالت مداخله مربوط به وظیفهٔ اصلاح متن می باشد.

همانطور که در شکل شماره ۳ ملاحظه می گردد، به‌طور کلی میانگین احساس ناراحتی درک شده در حالت کنترل بیشتر از حالت مداخله حرکات کششی بود. مقایسه زوجی داده‌ها نشان داد که میزان ناراحتی در ناحیه دست‌ها و بازوها ($p = ۰/۰۴$) و همچنین قسمت تحتانی کمر ($p = ۰/۰۳$) در وظیفه تماشای ویدئو در حالت کنترل بیشتر از حالت مداخله می باشد (جدول شماره ۱).

میانگین سطح فعالیت الکتریکی (nRMS) و شاخص خستگی (MPF) عضلات در شکل شماره ۴ ارائه شده است. همانطور که در شکل نیز مشخص است، بین سطح فعالیت عضله ارکتور اسپاینی گردنی راست (ESCR) در وظیفهٔ تماشای ویدئو بین حالت کنترل و مداخلهٔ ورزشی، تفاوت معناداری وجود دارد ($p = ۰/۰۳$)؛ بدین صورت که در حالت کنترل، ۱۰/۷۶ درصد نسبت به زمانی که مداخلهٔ ورزش را داشتیم، این میزان کمتر است. همچنین در وظیفه مربوط به تست شناختی nback ($p = ۰/۰۳$، ۹/۶۳ ٪) و وظیفه اصلاح متن ($p-value=۰/۰۱$، ۹/۵۸ ٪) میزان فعالیت الکتریکی عضلهٔ ارکتور اسپاینی کمری

1. Median frequency

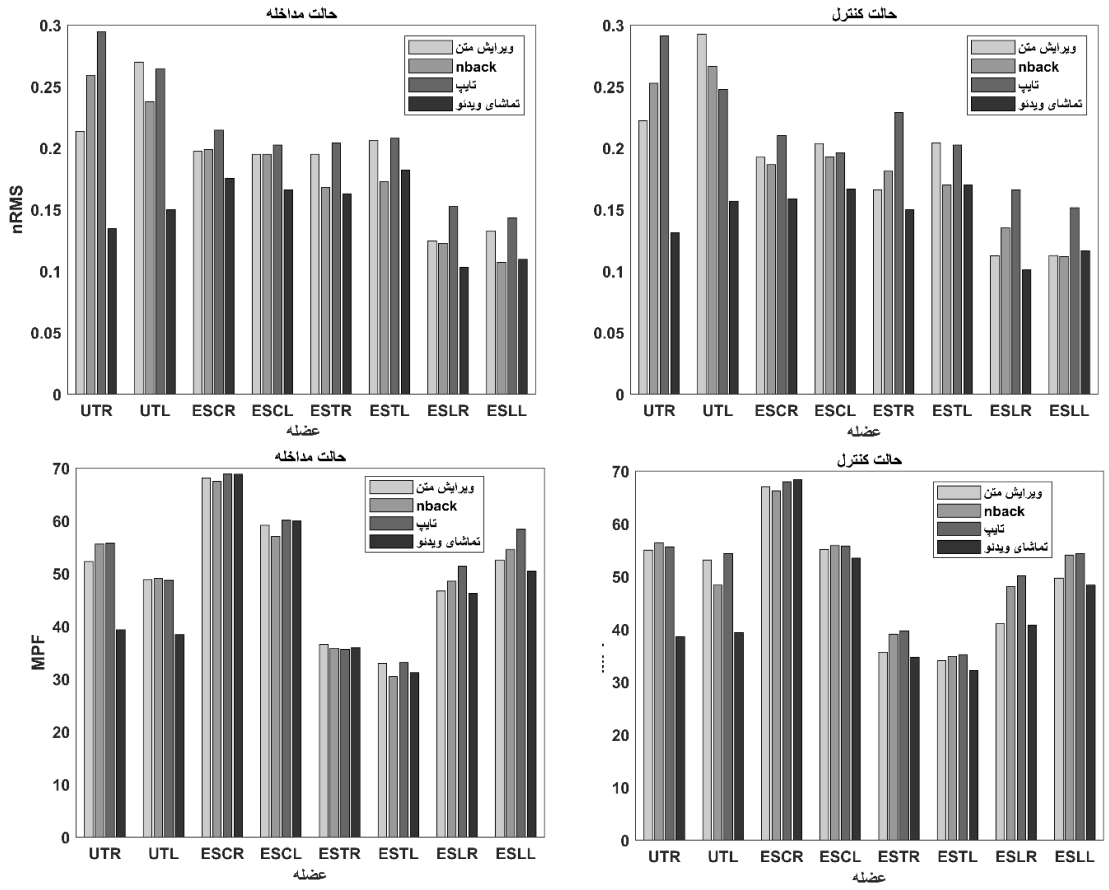


[ Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2026-06-20 ]

جدول ۱: نتایج مقایسه شاخص ناراحتی درک شده (VAS) در دو شرایط آزمون (کنترل و مداخله) به تفکیک چهار وظیفه با استفاده از آزمون آماری تی زوجی

| وظیفه | اصلاح متن | nback | تایپ متن | تماشای ویدئو |
|---|---|---|---|---|
| **ناحیه بدن** | p-value | p-value | p-value | p-value |
| **گردن** | ۰/۶۵ | ۰/۴۰ | ۰/۷۸ | ۰/۴۱ |
| **شانه** | ۰/۹۲ | ۰/۲۸ | ۰/۹۹ | ۰/۰۵ |
| **قسمت فوقانی کمر** | ۰/۹۳ | ۰/۸۸ | ۰/۰۷ | ۰/۰۶ |
| **دست‌ها و بازوها** | ۰/۶۴ | ۰/۹۸ | ۰/۵۳ | *۰/۰۴ |
| **قسمت تحتانی کمر** | ۰/۷۰ | ۰/۶۳ | ۰/۰۵ | *۰/۰۳ |

* سطح معنی‌داری کمتر از ۰/۰۵




شکل ۴: سطح فعالیت الکتریکی عضلانی (nRMS) و سطح خستگی عضلانی (MPF) عضلات گردن و تنه در چهار فعالیت کار با کامپیوتر (ویرایش متن، تست شناختی nback، تایپ، و تماشای ویدئو) در دو حالت کنترل و مداخله (حرکات کششی) (UTR و UTL: تراپزیوس فوقانی راست و چپ، ESCR و ESCL: ارکتور اسپاینی گردنی راست و چپ، ESTR و ESTL: ارکتور اسپاینی سینه ای راست و چپ، ESLR و ESLL: ارکتور اسپاینی کمری راست و چپ).

راست (ESLR)، در حالت کنترل بصورت معناداری نسبت به شرایط مداخله ورزشی بیشتر بود (جدول شماره ۲، شکل شماره ۴).

مطابق با یافته‌های بدست آمده، شاخص خستگی عضله ارکتور اسپاینی گردنی چپ (ESCL) در وظیفه تماشای ویدئو، بین حالت کنترل و مداخله ورزشی تفاوت



[ Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2026-06-20 ]

جدول ۲: سطح معنی داری (p-value) برای مقایسه شاخص سطح فعالیت الکتریکی عضلات nRMS در دو شرایط آزمون (کنترل و مداخله) به تفکیک چهار وظیفه با استفاده از آزمون آماری تی زوجی

| عضله | وظیفه | | | |
|---|---|---|---|---|
| | اصلاح متن | nback | تایپ متن | تماشای ویدئو |
| UTR | ۰/۶۷ | ۰/۴۹ | ۰/۵۵ | ۰/۷۱ |
| UTL | ۰/۶۳ | ۰/۴۴ | ۰/۳۷ | ۰/۶۴ |
| ESCR | ۰/۲۹ | ۰/۲۸ | ۰/۳۹ | ٭۰/۰۳ |
| ESCL | ۰/۲۲ | ۰/۸۲ | ۰/۴۹ | ۰/۶۹ |
| ESTR | ۰/۳۲ | ۰/۲۶ | ۰/۰۵ | ۰/۱۹ |
| ESTL | ۰/۶۸ | ۰/۳۳ | ۰/۳۵ | ۰/۳۳ |
| ESLR | ٭۰/۰۱ | ٭۰/۰۳ | ۰/۱۱ | ۰/۵۶ |
| ESLL | ۰/۷ | ۰/۳۴ | ۰/۲۱ | ۰/۵۲ |

*سطح معنی‌داری کمتر از ۰/۰۵

جدول ۳: سطح معنی داری (p-value) برای مقایسه شاخص خستگی عضلات (MPF) در دو شرایط آزمون (کنترل و مداخله) به تفکیک چهار وظیفه با استفاده از آزمون آماری تی زوجی

| عضله | وظیفه | | | |
|---|---|---|---|---|
| | اصلاح متن | nback | تایپ متن | تماشای ویدئو |
| UTR | ۰/۱۳ | ۰/۳۵ | ۰/۹۰ | ۰/۶۰ |
| UTL | ۰/۱۷ | ۰/۵۸ | ۰/۰۷ | ۰/۸۰ |
| ESCR | ۰/۵۲ | ۰/۳۳ | ۰/۵۷ | ۰/۴۲ |
| ESCL | ۰/۱۰ | ۰/۷۵ | ۰/۰۵ | ٭۰/۰۳ |
| ESTR | ٭۰/۰۱ | ٭۰/۰۳ | ۰/۰۷ | ۰/۴۰ |
| ESTL | ۰/۳۸ | ۰/۱۰ | ۰/۳۶ | ۰/۵۴ |
| ESLR | ٭۰/۰۰۱ | ۰/۴۲ | ۰/۲۲ | ۰/۰۵ |
| ESLL | ۰/۶۵ | ۰/۴۶ | ۰/۴۵ | ۰/۷۵ |

* سطح معنی‌داری کمتر از ۰/۰۵

معناداری وجود دارد (p = ۰/۰۳)؛ بدین صورت که این شاخص در حالت کنترل تقریبا ۱۲/۰۵ درصد کمتر از حالت مداخله بدست آمده است. همچنین مطابق با یافته‌ها، برای عضلهٔ ESTR در وظایف اصلاح متن (p = ۰/۰۱) و انجام تست شناختی nback (p = ۰/۰۳) بین حالت کنترل و مداخلهٔ ورزش نیز تفاوت معناداری وجود دارد؛ بدین صورت که میزان این شاخص در وظیفه ویرایش متن در حالت حالت کنترل کمتر از مداخلهٔ ورزشی بود؛ اما برای وظیفهٔ nback در حالت کنترل میزان این شاخص حدوداً ۸/۲۵ درصد نسبت به مداخلهٔ ورزش، بیشتر بوده است. همچنین درخصوص خستگی عضلهٔ ESLR، در وظیفه اصلاح متن بین شرایط کنترل و مداخله تفاوت معناداری مشاهده شد (p = ۰/۰۰۱)؛ به‌طوریکه میزان شاخص فرکانس میانه در حالت مداخله ورزشی ۱۳/۹۲ درصد بیشتر از حالت کنترل بدست آمد.

## بحث

با توجه به اهمیت موضوع از جنبه گستردگی وظایف نشستن طولانی مدت و عوارضی که بدنبال دارد و از سوی دیگر مطالعات محدودی که به‌طور عملی به انجام مداخلات ارگونومیکی در این حوزه پرداخته اند، در این مطالعه به بررسی اثر مداخله تمرینات کششی بر میزان ناراحتی درک شده، سطح فعالیت الکتریکی و خستگی عضلات تنه و گردن پرداختیم. به‌طور کلی، بیشترین



[ Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2026-06-20 ]

میزان ناراحتی درک شده در هر دو حالت شرایط آزمون، در ناحیه گردن گزارش شده است که این یافته با مطالعات پیشین همسو می باشد (۵، ۳۴). یافته‌های مطالعه جیا[1] و همکاران (۲۰۲۰) نیز نشان داد که نشستن برای مدت طولانی منجر به ایجاد ناراحتی در ناحیه گردن می‌شود (۳۵) که دلیل این رابطه به ماهیت استاتیک این نوع مواجهات نسبت داده شده است. کار کردن در وضعیت نشسته، منجر به انقباض استاتیکی مداوم عضلات ناحیه گردن و بدنبال آن افزایش استرین‌های بیومکانیکی (برای مثال افزایش سطح تن عضلانی) می‌شود (۳۶). بعلاوه، نشستن طولانی مدت معمولا با افزایش خمش رو به جلو گردن همراه بوده که خود منجر به افزایش سطح فعالیت عضلانی و بار وارد بر عضلات اکستانسور گردنی می گردد (۳۷). در این مطالعه میزان ناراحتی در تمامی وظایف و همچنین اندام‌ها در حالت مداخله ورزشی کمتر از حالت کنترل بدست آمد و این اختلاف در ناحیه کمر و دست‌ها و بازوها در وظیفه تماشای ویدئو از لحاظ آماری معنی دار بود بود که این با ماهیت استاتیک وظیفه تماشایی ویدئو قابل توجیه است.

لازم به ذکر است که با توجه به جستجوی منابع انجام شده، مطالعه ای که اثرات تمرینات کششی کوتاه مدت بر میزان ناراحتی را ارزیابی کرده باشد یافت نشد. لاکازه[2] و همکاران (۲۰۱۰) اثر ۱۰ دقیقه تمرینات ورزشی روزانه به مدت ۲ ماه را بر ناراحتی و خستگی اسکلتی-عضلانی اپراتورهای مرکز تلفن مورد بررسی قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که برنامه ورزشی در صورتیکه به درستی طراحی و مدیریت شده باشد می تواند در کاهش ناراحتی و خستگی اثرگذارتر از مداخله مبتنی بر تغییر برنامه کار-استراحت باشد (۳۸). شریعت و همکاران (۲۰۱۷) نیز به امکان سنجی برنامه تمرینات ورزشی در محیط‌های اداری پرداختند. در این مطالعه افراد در گروه آزمایش مجموعه ای از تمرینات ورزشی را ۳ بار در هفته به مدت ۱۱ هفته انجام دادند. یافته‌ها نشان داد که برنامه تمرینات ورزشی طراحی شده نه تنها منجر به کاهش ناراحتی‌های نواحی گردن، شانه‌ها، و کمر شد بلکه دامنه حرکتی (انعطاف پذیری) مفاصل را نیز بهبود داد (۱). همچنین، در مطالعه تونواتانپونگ[3] که بر روی کارمندان اداری با درد ناحیه گردن و شانه انجام شد، به این نتیجه رسیدند که برنامه تمرینات کششی چهار هفته ای می تواند دردهای نواحی گردن و شانه‌ها را به میزان قابل توجهی کاهش دهد. در این مطالعه، دلیل کاهش درد، تأثیر تمرینات کششی بر حس عمقی عنوان شده است (۳۹).

درخصوص سطح فعالیت عضلات، بیشترین سطح فعالیت مربوط به عضله تراپزیوس فوقانی بود (شکل شماره ۴) که همراستا با یافته مطالعه ناکفت[4] و همکاران می باشد که بیشترین سطح فعالیت عضلانی در وظیفه تایپ مربوط به عضله تراپزیوس فوقانی بود (۴۰). همچنین، یافته‌های پژوهش حاضر مؤید افزایش سطح فعالیت عضله ارکتور اسپاینی گردنی چپ حین وظیفه تماشای ویدئو در حالت مداخله کششی بود. لازم به ذکر است که وظیفه تماشای ویدئو ماهیت استاتیک داشته و معمولا کاربر در حین انجام این وظیفه جابجایی محسوسی انجام نمی دهد. با این وجود، شاخص خستگی (MPF) عضله ارکتور اسپاینی گردنی راست حین تماشای ویدئو در حالت مداخله میزان کمتری نسبت به حالت کنترل نشان داد که مؤید اثر مثبت تمرینات بر خستگی این عضله در این وظیفه خاص می باشد. میزان سطح فعالیت (nRMS) در اثر تمرینات کششی در عضله ارکتور اسپاینی کمری راست در وظایف تست شناختی و اصلاح متن کاهش یافت. درخصوص شاخص خستگی نیز، میزان این شاخص در عضله ارکتور اسپاینی کمری راست، در وظیفه اصلاح متن در حالت مداخله بیشتر از حالت کنترل می باشد (۱۳/۹۲ درصد). میزان بیشتر شاخص خستگی (MPF) همراه با میزان کمتر سطح فعالیت این عضله در حین ویرایش متن، نشان‌دهنده کاهش خستگی این عضله کمری می باشد.

1. Jia
2. Lacaze
3. Tunwattanapong
4. Nakphet



[ Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2026-06-20 ]

اثر مثبت مداخله تمرینات کششی بر سطح فعالیت عضله ارکتور اسپاینی در دو وظیفه ای که ماهیت شناختی نیز دارند همراستا با کاهش ناراحتی در ناحیه کمر، که پیش‌از این اشاره شد، می باشد. درخصوص عضله ارکتور اسپاینی سینه ای راست، در وظیفه اصلاح متن خستگی کمتری برای مداخله حرکات کششی مشاهده شد؛ درحالیکه این عضله در تست nback، در حالت کنترل خستگی کمتری نشان داد.

ناکفت و همکاران (۲۰۱۴) ناراحتی درک شده و سطح فعالیت عضلات شانه و گردن را در وظیفه ۶۰ دقیقه تایپ در سه گروه کنترل و دو نوع مداخله (حرکات کششی و حرکات داینامیک) مقایسه نمودند. افراد در دو گروه مداخله، بعد از هر ۲۰ دقیقه تایپ، به مدت ۳ دقیقه حرکات کششی و یا حرکات داینامیک انجام می دادند. یافته‌ها تفاوت معنی داری را بین سطح فعالیت عضلانی گروه‌های مداخله و کنترل نشان نداد، با این وجود میزان ناراحتی درک شده در هر دو مداخله کاهش محسوسی را نشان داد (۴۰).

مطابق با مطالعات پیشین، هدف اصلی تمرینات کششی بهبود دامنه حرکتی (انعطاف پذیری)، کاهش تنشن عضلانی، بهبود گردش خون، کاهش دردهای عضلانی، و پیشگیری از آسیب می باشد (۴۱). تمرینات کششی منجر به کاهش تنشن عضلانی، که دلیل اصلی سفتی عضلات است، می شوند. مکانیسم اثر تمرینات کششی، افزایش طول واحدهای تاندون-عضله ازطریق افزایش فاصله بین محل اتصال ابتدایی و انتهایی عضله می باشد. تنشن عضلانی معمولا رابطه معکوسی با طول عضله دارد؛ بدین صورت که سطح بالای تنشن عضلانی با کاهش طول عضله همراه است و از سوی دیگر، کشش عضله منجر به وارد شدن تنشن به سایر ساختارها ازجمله فاسیا و کپسول مفصلی می گردد که این ساختارها نیز بافت متفاوتی نسبت به عضله دارند (۴۲).

لازم به ذکر است که انحناهای نواحی کمری، سینه ای، و گردنی در وضعیت‌های مختلف نشستن متفاوت بوده و تغییر در این انحناها بر سطح فعالیت عضلات گردنی و تنه اثرگذار است (۴۳). بنابراین پیشنهاد می شود که در مطالعات آتی تغییرات این زوایا در طول زمان مورد بررسی قرار گیرد تا بتوان افزایش یا کاهش خستگی در این عضلات در اثر مداخلات مختلف را توجیه نمود. لازم به ذکر است که مداخله مؤثر بایستی در جهت حفظ الایمنت طبیعی ستون مهره ای باشد. در پژوهش حاضر بدلیل انجام آزمایش در محیط آزمایشگاه و محدود بودن زمان داده‌گیری، افزایش جابجایی‌ها زیاد نبوده اما در صورت افزایش زمان اجرای وظایف بخصوص در محیط‌های کاری واقعی شاهد افزایش اثرگذاری آن خواهیم بود.

از محدودیت‌های مطالعه حاضر می توان به بررسی افراد سالم و بدون ناراحتی‌های اسکلتی-عضلانی بدلیل محدود کردن متغیرهای مطالعه اشاره نمود. پیشنهاد می شود که در مطالعات آتی اثر مداخلات ارگونومی ازجمله تمرینات کششی بر افراد دارای کمردرد غیراختصاصی نیز مورد بررسی قرار گیرد. مطالعه حاضر بدلیل استفاده از دستگاه الکترومایوگرافی و نیاز به کنترل شرایط آزمون، در محیط آزمایشگاه انجام شد، درحالیکه ممکن است حضور افراد در محیط آزمایشگاه بر رفتار نشستن آن‌ها تاثیر داشته باشد (۲۲) که این موضوع، تعمیم پذیری نتایج را با محدودیت‌هایی روبرو می کند. بنابراین، پیشنهاد می شود در مطالعات آتی تأثیر مداخلات کششی در محیط‌های واقعی کاری نیز بررسی شود. استفاده از صندلی بدون پشتی و حمایت‌کننده دست‌ها و بازوها بدلیل محدودیت در تداخل پشتی صندلی با الکترودهای الکترومایوگرافی (۴۴) نیز از دیگر محدودیت‌های مطالعه حاضر به شمار می آید.

## نتیجه گیری

نشستن طولانی مدت و عدم تحرک در میان کارکنان اداری از مهم ترین دلایل ناراحتی‌ها و دردهای اسکلتی-عضلانی خصوصا در نواحی گردن، شانه‌ها، و بخش تحتانی کمر می باشد. از آنجا که دلیل اصلی این ناراحتی‌ها و دردها با سفتی[1] و ضعف عضلانی مرتبط می باشد، در



[ Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2026-06-20 ]

این مطالعه، تمرینات کششی با هدف کاهش ناراحتی‌ها و خستگی و بهبود فعالیت عضلانی مورد بررسی قرار گرفت. به‌طور کلی نتایج بدست آمده مؤید تأثیر مثبت تمرینات ورزشی بر بهبود ناراحتی درک شده در تمامی نواحی اندام فوقانی و همچنین خستگی عضلاتی برخی از عضلات گردن و تنه می باشد. همچنین مطابق با یافته‌ها، نوع وظیفه بر میزان ناراحتی و خستگی عضلات اثرگذار است به‌طوریکه با درخصوص وظایف با بار شناختی بالاتر همچون ویرایش متن و تست شناختی nback، تفاوت‌های قابل ملاحظه ای بین حالت کنترل و حالت مداخله برای برخی از عضلات مشاهده شد.

## REFERENCES


1. Shariat A, Lam ET, Kargarfard M, Tamrin S, Danaee M. The application of a feasible exercise training program in the office setting. Work. 2017;56(3):421-8.
2. Musumeci G. Effects of exercise on physical limitations and fatigue in rheumatic diseases. World J Orthop. 2015;6(10):762.
3. Ciccarelli M, Straker L, Mathiassen SE, Pollock C. Variation in muscle activity among office workers when using different information technologies at work and away from work. Hum Factors. 2013;55(5):911-23.
4. Hadgraft NT, Healy GN, Owen N, Winkler EA, Lynch BM, Sethi P, et al. Office workers' objectively assessed total and prolonged sitting time: Individual-level correlates and worksite variations. Prev Med Rep. 2016;4:184-91.
5. 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.
6. Niven A, Hu D. Office workers' beliefs about reducing sitting time at work: a belief elicitation study. Health Psychol Behav Med. 2018;6(1):15-29.
7. Bali J, Neeraj N, Bali RT. Computer vision syndrome: A review. J Clin Ophthalmol Res. 2014;2(1):61.
8. Jans MP, Proper KI, Hildebrandt VH. Sedentary behavior in Dutch workers: differences between occupations and business sectors. Am J Prev Med. 2007;33(6):450-4.
9. 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.
10. Öncen S, Tanyeri L. Evaluation of the Physical Activity Levels of the Students in a Physical Education and Sports Science Department before and during the Coronavirus Pandemic. Int Educ Stud. 2020;13(10):148-56.
11. Baker R, Coenen P, Howie E, Williamson A, Straker L. The short term musculoskeletal and cognitive effects of prolonged sitting during office computer work. Int J Environ Res Public Health. 2018;15(8):1678.
12. Bao S, Lin J-H. An investigation into four different sit–stand workstation use schedules. Ergonomics. 2018;61(2):243-54.
13. 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 (Oxf). 2020:1-11.
14. Kalkis H. Economic analytical methods for work-related MSD cost prediction. Procedia Manuf. 2015;3:4181-8.
15. 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. 2022;64(5):820-34.
16. 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. Int J Occup Hyg. 2020;12(3):239-55.
17. Karakolis T, Callaghan JP. The impact of sit–stand office workstations on worker discomfort and productivity: a review. Appl Ergon. 2014;45(3):799-806.
18. Waters TR, Dick RB. Evidence of health risks associated with prolonged standing at work and intervention effectiveness. Rehabil Nurs. 2015;40(3):148-65.


1. Stiffness



[ Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2026-06-20 ]

19. Falla D, Jull G, Russell T, Vicenzino B, Hodges P. Effect of neck exercise on sitting posture in patients with chronic neck pain. Phys Ther. 2007;87(4):408-17.
20. Buckley JP, Hedge A, Yates T, Copeland RJ, Loosemore M, Hamer M, et al. The sedentary office: an expert statement on the growing case for change towards better health and productivity. Br J Sports Med. 2015;49(21):1357-62.
21. Bontrup C, Taylor WR, Fliesser M, Visscher R, Green T, Wippert P-M, et al. Low back pain and its relationship with sitting behaviour among sedentary office workers. Appl Ergon. 2019;81:102894.
22. 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.
23. O'Sullivan K, O'Sullivan P, O'Keeffe M, O'Sullivan L, Dankaerts W. The effect of dynamic sitting on trunk muscle activation: A systematic review. Appl Ergon. 2013;44(4):628-35.
24. Park S-M, Kim H-J, Jeong H, Kim H, Chang B-S, Lee C-K, et al. Longer sitting time and low physical activity are closely associated with chronic low back pain in population over 50 years of age: a cross-sectional study using the sixth Korea National Health and Nutrition Examination Survey. Spine J. 2018;18(11):2051-8.
25. Alansare AB, Kowalsky RJ, Jones MA, Perdomo SJ, Stoner L, Gibbs BB. The Effects of a Simulated Workday of Prolonged Sitting on Seated versus Supine Blood Pressure and Pulse Wave Velocity in Adults with Overweight/Obesity and Elevated Blood Pressure. J Vasc Res. 2020;57(6):355-66.
26. Fox ZB, Hammond L, Greenauer N, Rhudy MB, Veerabhadrappa P. Assessing sedentary body movement with accelerometers and domain specific cognitive function during active sitting. Int J Ind Ergon. 2020;75:102893.
27. Kane MJ, Conway AR, Miura TK, Colflesh GJ. Working memory, attention control, and the N-back task: a question of construct validity. J Exp Psychol Learn Mem Cogn. 2007;33(3):615.
28. Johnston V, Gane EM, Brown W, Vicenzino B, Healy GN, Gilson N, et al. Feasibility and impact of sit-stand workstations with and without exercise in office workers at risk of low back pain: A pilot comparative effectiveness trial. Appl Ergon. 2019;76:82-9.
29. 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.
30. Vanwonterghem K. Work-related musculoskeletal problems: Some ergonomic considerations. J Hum Ergol (Tokyo). 1996;25(1):5-13.
31. Mazloumi A, Garosi E. Electromyography principle and application in ergonomics. Iran: Jahad Daneshgahi. 2019:270.
32. Kazemi Z, Mazloumi A, Arjmand N, Keihani A, Karimi Z, Ghasemi MS, et al. A comprehensive evaluation of spine kinematics, kinetics, and trunk muscle activities during fatigue-induced repetitive lifting. Hum Factors. 2022;64(6):997-1012.
33. Khorasani SMS, Oskouei AH, Ghaderi F. Effect of Normalization Methods on the Reliability of EMG during Stair Negotiation and Ramp Walking. Sci J Rehabil Med. 2017;6(4):201-9.
34. Cascioli V, Heusch AI, McCarthy PW. Does prolonged sitting with limited legroom affect the flexibility of a healthy subject and their perception of discomfort? Int J Ind Ergon. 2011;41(5):471-80.
35. Al-Qaisi S, Aghazadeh F. Electromyography analysis: Comparison of maximum voluntary contraction methods for anterior deltoid and trapezius muscles. Procedia Manuf. 2015;3:4578-83.
36. Ariëns G, Bongers P, Douwes M, Miedema M, Hoogendoorn W, van der Wal G, et al. Are neck flexion, neck rotation, and sitting at work risk factors for neck pain? Results of a prospective cohort study. Occup Environ Med. 2001;58(3):200-7.
37. Vahedi Z, Kazemi Z, Sharifnezhad A, Mazloumi A. Perceived Discomfort, Neck Kinematics, and Muscular Activity During Smartphone Usage: A Comparative Study. Hum Factors. 2022:00187208221087760.
38. Lacaze DHdC, Sacco IdC, Rocha LE, Pereira CAdB, Casarotto RA. Stretching and joint mobilization exercises reduce call-center operators' musculoskeletal discomfort and fatigue. Clinics (Sao Paulo). 2010;65:657-62.
39. Tunwattanapong P, Kongkasuwan R, Kuptniratsaikul V. The effectiveness of a neck and shoulder stretching exercise program among office workers with neck pain: a randomized controlled trial. Clin Rehabil. 2016;30(1):64-72.



[ Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2026-06-20 ]

40. Nakphet N, Chaikumarn M, Janwantanakul P. Effect of different types of rest-break interventions on neck and shoulder muscle activity, perceived discomfort and productivity in symptomatic VDU operators: a randomized controlled trial. Int J Occup Saf Ergon. 2014;20(2):339-53.
41. Nakamura K, Kodama T, Mukaino Y. Effects of active individual muscle stretching on muscle function. J Phys Ther Sci. 2014;26(3):341-4.
42. Page P. Current concepts in muscle stretching for exercise and rehabilitation. Int J Sports Phys Ther. 2012;7(1):109.
43. Yim J, Park J, Lohman E, Do K. Comparison of cervical muscle activity and spinal curvatures in the sitting position with 3 different sloping seats. Medicine (Baltimore). 2020;99(28).
44. Søndergaard KH, Olesen CG, Søndergaard EK, De Zee M, Madeleine P. The variability and complexity of sitting postural control are associated with discomfort. J Biomech. 2010;43(10):1997-2001.

[ Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2026-06-20 ]