Iranian Journal of Ergonomics

Iran J Ergon, 2023; 10(4): 299-308.

https://journal.iehfs.ir/

Original Article

Investigating the Anthropometric Fit of Scientific-Research Laboratory Technicians with Their Workstations: A Case Study in Hamedan University of Medical Sciences

Zohreh Karami[1], Zahra Naserzadeh[2], Neda Mahdavi[3,*]

[1] HSE Department, Mehr Alborz Institute of Higher Education, Tehran, Iran
[2] Department of Industrial Safety & HSE Engineering, Allameh Qazvini University, Qazvin, Iran
[3] Department of Ergonomics, Occupational Health and Safety Research Center, School of Public Health, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran

Article History:
Received: 04/01/2023
Reviced: 18/01/2023
Accepted: 01/03/2023
ePublished: 18/03/2023

***Corresponding author:** Neda Mahdavi, Department of Ergonomics, Occupational Health and Safety Research Center, School of Public Health, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran.
Email: nmahdavi1@yahoo.com

Abstract

Objectives: Musculoskeletal disorders (MSD) induced by work are common in laboratory jobs. One of the most important reasons for disorders is the lack of personal fit with a workstation. This study aims to evaluate the body posture of experts in scientific-research labs and explore their anthropometric fitness with workstations on the campus of Hamedan University of Medical Sciences in 2022.

Methods: To investigate the MSD prevalence associated with the work, it was used the Nordic questionnaire and, for evaluating the posture, the Novel Ergonomic Postural Assessment (NERPA) technique. Then, to check the compatibility of laboratory personnel with the workstations, some interventions were proposed to improve them.

Results: According to the findings, the highest amount of prevalence of pain over the past year was in the neck area, 68.7%, and waist area, 59.37%, respectively. To assess the body posture using the NERPA technique, the middle level of corrective actions as well as more research was required. Also, the highest score of the risk, i.e. 40.62%, was allowed to the neck. In most activities, there was not any match between the dimensions of the personal body and the workstation.

Conclusion: The results indicated that the prevalence of MSD symptoms is high among the experts in research laboratories, and the risk levels of ergonomic assessment are in the middle. It seems that the lack of anthropometric matches with the workstation generally has led to adverse work posture and thus, the prevalence of MSD disorders. So, providing anthropometric matches between people who work in research laboratories and their workstations is essential to reducing these disorders.

Keywords: Musculoskeletal disease; Anthropometry; Laboratory personnel; Novel ergonomic Postural Assessment (NERPA)

Copyright © 2023 Iranian Journal of Ergonomics. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License (*http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/*) which permits copy and redistribute the material just in noncommercial usages, provided the original work is properly cite

Extended Abstract

Background and Objective

Among the risk factors that play a role in the occurrence of musculoskeletal disorders, inappropriate postures are considered one of the most well-known risk factors, which often occurs due to the mismatch of the individual's physical dimensions with his work station. Therefore, one of the most important principles of ergonomics to maintain the health of employees in the work environment is to establish a fit between them and their workstation, especially anthropometric fit. One of the work environments where the need to implement ergonomic rules is high, are research laboratories. Due to the nature of their work, the employees of research laboratories are required to use a wide range of laboratory tools and instruments in different body positions. Therefore, due to the nature of their work and the poor awareness of these people about ergonomics, the great importance of ergonomic studies such as anthropometric fit between people and their workstations is strongly felt. Therefore, the purpose of this study is to investigate the working posture of research laboratory employees and to find its possible relationship with the lack of anthropometric fit in their workstations.

Materials and Methods

Determining the prevalence of musculoskeletal disorders in the body organs was done using the Persian Nordic questionnaire.

Assessment of work posture was done according to the diverse range of tasks of laboratory workers in different body positions, using the new NERPA (Novel Ergonomic Postural Assessment) method, which is an improved method of the Rula (Rapid Upper Limb Assessment) method.

Measurement of anthropometric dimensions: Due to the nature of the work of research laboratory experts and the type of tools used by them, anthropometric dimensions including standing eye height, sitting eye height, standing shoulder height, sitting shoulder height, standing elbow support height, sitting elbow height (elbow support height), standing height, sitting knee height and neck angle were measured for employees by Digimizer software (Digimizer version 4.1.1.0). Also, the height of the work surface in the sitting position, the height of the chair (seat height), the height of the elbow support, the height of the bottom surface of the table to the feet, and the height of the work table in the standing position were measured. Finally, the anthropometric dimensions and the dimensions of the workstations were jointly examined and by comparing these two categories of data for each person, the appropriateness or lack of appropriateness of each workstation with the physical dimensions of its users was determined.

Results

According to the NERPA method in these workstations, the working postures did not require immediate actions, but they required further studies. Therefore, for further studies, the evaluation of the prevalence of musculoskeletal disorders and their compatibility with their workstations was investigated. According to the information collected through the Nordic questionnaire, the highest prevalence of disorders during the last 7 days and 12 months was observed in the neck, back and back areas of the employees, respectively, and the lowest rate of prevalence of musculoskeletal disorders also belonged to the elbow and left wrist area of the employees.

By comparing the acceptable range of tables and chairs and the physical dimensions of workstation users, it was observed that in most activities, there is no match between the physical dimensions of people and their workstations.

Discussion

The importance of establishing anthropometric fit between people and their workstations, which requires the adoption of appropriate posture, has made it necessary to investigate the prevalence of skeletal-muscular disorders among research laboratory workers and its relationship between the lack of anthropometric fit of people and their workstations. In general, the results of the study showed that the prevalence of musculoskeletal disorders in the neck, trunk, and back of research laboratory employees is high, and one of the most important causes of this challenge is relatively inappropriate postures due to the lack of anthropometric fit of people with their workstations. The results of the assessment of people's posture at their workstations using the NERPA method showed that the working posture is in a medium risk situation (score 3 and 4) and more investigations and studies are needed. By examining the working postures of laboratory technicians in India using the Quick Exposure Checklist (QEC) method, 76.9% of the studied technicians are exposed to skeletal-muscular risks and ergonomic interventions are necessary to reduce the level of exposure. The most common risk factors are improper body postures, standing for long periods of time, improper workstation arrangement. Also, the prevalence of symptoms of pain and discomfort among microscope users was more in the neck (53.4%) and lower back (39.2%) areas. More than a third of the educational experts of the laboratories of the University of Medical Sciences had experienced a musculoskeletal problem in the past year and more than a fifth of people had experienced it in the past 7 days, and the waist, neck and upper back were the most common areas involved.

Another noteworthy result of this study is that the height of only 3.12% of the chairs, 12.5% of the tables was suitable for the employees in sitting positions. Similarly, in standing tasks, the height of the work surface was such that only 50% of the people had a suitable work surface and 15.6% of the employees with a suitable neck angle were able to perform their work tasks. In a parallel study, Ghasemi et al. investigated the relationship between posture and anthropometric suitability of several textile industries and reported that the dimensions of the back of the chair, the height of the chair, and the height of the work table are

inappropriate in most cases, and the lack of anthropometric compatibility with workstations in all dimensions led to an increase in the average score of working posture.

Conclusion

The results of this study showed that the prevalence of symptoms of musculoskeletal disorders is high in experts of research laboratories and the risk levels of ergonomic evaluation of most activities are at the medium risk level. It seems that one of the reasons for the high prevalence of disorders among these employees is the lack of anthropometric compatibility of people with their workstations. Therefore, the implementation of ergonomic programs with the aim of preventing and controlling ergonomic risk factors is necessary to reduce the musculoskeletal disorders of these employees. Obviously, according to the hierarchy, priority should be given to eliminating the risks of creating musculoskeletal disorders through engineering, managerial and individual controls, such as modifying the layout and work environment, as well as the use of ergonomic tools and mechanical aids, providing tables and chairs with the ability to adjust dimensions, training and the use of personal protective equipment.

Please cite this article as follows: Karami Z, Naserzadeh Z, Mahdavi N. Investigating the Anthropometric Fit of Scientific-Research Laboratory Technicians with Their Workstations: A Case Study in Hamedan University of Medical Sciences. *Iran J Ergon.* 2023; 10(4): 299-308.

مجله ارگونومی
دوره ۱۰، شماره ۴، زمستان ۱۴۰۱، صفحات: ۳۰۸-۲۹۹
https://journal.iehfs.ir
UMSHA Press

مقاله پژوهشی

بررسی تناسب آنتروپومتریکی کارشناسان آزمایشگاه‌های علمی– تحقیقاتی با ایستگاه‌های کاریشان: مطالعه‌ی موردی در دانشگاه علوم پزشکی همدان

زهره کرمی[۱]، زهرا ناصرزاده[۲]، ندا مهدوی[۳،*]

[۱] گروه HSE، مؤسسه آموزش عالی مهر البرز، تهران، ایران
[۲] گروه مهندسی ایمنی صنعتی و HSE، دانشگاه علامه قزوینی، قزوین، ایران
[۳] گروه ارگونومی، مرکز تحقیقات بهداشت و ایمنی شغلی، دانشکده‌ی بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران

تاریخ دریافت مقاله: ۱۴۰۱/۱۰/۱۴
تاریخ داوری مقاله: ۱۴۰۱/۱۰/۲۸
تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۱/۱۲/۱۰
تاریخ انتشار مقاله: ۱۴۰۱/۱۲/۲۷

تمامی حقوق نشر برای دانشگاه علوم پزشکی همدان محفوظ است.

* **نویسنده مسئول:** ندا مهدوی؛ گروه ارگونومی، مرکز تحقیقات بهداشت و ایمنی شغلی، دانشکده‌ی بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران.
ایمیل: nmahdavi1@yahoo.com

چکیده

اهداف: اختلالات اسکلتی-عضلانی ناشی از شغل، در بین مشاغل آزمایشگاهی بسیار شایع می‌باشد. یکی از مهم‌ترین علل اختلالات، عدم تناسب فرد با ایستگاه کاری می‌باشد. هدف از این مطالعه، بررسی تناسب آنتروپومتریک کارشناسان آزمایشگاه‌های علمی– تحقیقاتی با ایستگاه‌های کاریشان در پردیس دانشگاه علوم پزشکی همدان در سال ۱۴۰۱ می‌باشد.

روش کار: جهت بررسی شیوع اختلالات اسکلتی- عضلانی مرتبط با کار، از پرسش‌نامه‌ی Nordic و برای ارزیابی پوسچر روش نِرپا (Novel Ergonomic Postural Assessment) NERPA استفاده شد. ابعاد آنتروپومتری کاربردی و مشخصات ایستگاه کار ثبت گردید. سپس به بررسی تطابق افراد با ایستگاه کاری پرداخته و مداخلاتی جهت بهبود ایستگاه کاریشان پیشنهاد شد.

یافته‌ها: طبق یافته‌ها، بیشترین میزان شیوع درد در یک‌سال گذشته به ترتیب در نواحی گردن (۶۸/۷ درصد) و کمر (۵۹/۳۷ درصد) بود. ارزیابی پوسچر بدنی با استفاده از روش NERPA سطح اقدامات اصلاحی در سطح متوسط و با نیاز به مطالعات بیشتر ارزیابی شد. همچنین نمره‌ی گردن با ۴۰/۶۲ درصد، بالاترین امتیاز ریسک را به خود اختصاص داد. در اکثر فعالیت‌ها بین ابعاد بدنی افراد و ایستگاه کاریشان تطابق وجود نداشت.

نتیجه‌گیری: نتایج نشان داد که شیوع علائم اختلالات اسکلتی- عضلانی در کارشناسان آزمایشگاه‌های تحقیقاتی بالاست و سطوح ریسک ارزیابی ارگونومیکی در سطح ریسک متوسط قرار دارند. به نظر می‌رسد عدم تناسب آنتروپومتریک با ایستگاه کاری از علل ایجاد پوسچر کاری نامطلوب و در نتیجه شیوع بالای اختلالات اسکلتی– عضلانی باشد. لذا تأمین تناسب آنتروپومتریک بین کارکنان آزمایشگاه‌های تحقیقاتی و ایستگاه‌های کاریشان با هدف کاهش این اختلالات ضروری می‌باشد.

کلید واژه‌ها: اختلالات اسکلتی- عضلانی؛ آنتروپومتری؛ کارکنان آزمایشگاه؛ Novel Ergonomic Postural Assessment (NERPA)

استناد: کرمی زهره، ناصرزاده زهرا، مهدوی ندا. بررسی تناسب آنتروپومتریکی کارشناسان آزمایشگاه‌های علمی- تحقیقاتی با ایستگاه‌های کاریشان: مطالعه‌ی موردی در دانشگاه علوم پزشکی همدان. مجله ارگونومی، زمستان ۱۴۰۱؛۱۰(۴): ۳۰۸-۲۹۹.

مقدمه

اختلالات اسکلتی-عضلانی (Musculoskeletal Disorders) MSDs، آسیب‌ها و اختلالاتی هستند که یک یا چندین جزء از اجزاء دستگاه اسکلتی- عضلانی مانند تاندون‌ها، رباط‌ها، مفاصل، غضروف‌ها یا دیسک‌های ستون فقرات را متأثر می‌سازد [۱]. اختلالات اسکلتی- عضلانی با احساس درد و خستگی آغاز شده و به تدریج به سوی اختلال در عملکرد و محدود شدن حرکت اندام‌ها یا کاهش قدرت و توان عضلات پیش می‌رود. هنگامی که محیط کار و انجام وظایف کاری به بروز این اختلالات کمک کند، این اختلالات

مرتبط با شغل دانسته می‌شوند. اختلالات اسکلتی- عضلانی، بخش عمده‌ای از بیماری‌های شغلی را به خود اختصاص داده و شایع‌ترین بیماری شغلی در کشورهای صنعتی و در حال توسعه محسوب می‌شوند [۲].

در سال ۲۰۲۱ در انگلستان، ۱/۸میلیون کارگر دچار بیماری ناشی از کار شدند که از این تعداد، ۴۷۷۰۰۰ کارگر حداقل از یک اختلال اسکلتی- عضلانی ناشی از کار رنج می‌بردند [۳]. در سال ۲۰۱۹، اختلالات اسکلتی- عضلانی، ۳۷/۵ درصد از بیماری‌های مربوط به کار در ایالات متحده را تشکیل می‌دهند که منجر به روز از دست‌رفته کاری می‌شوند [۴]. به همین ترتیب در ایران نیز اختلالات اسکلتی- عضلانی، منشأ اصلی از کارافتادگی و هزینه‌های مستقیم و غیرمستقیم زیادی هستند [۵]. البته از آن‌جا که در بسیاری از موارد اختلالات اسکلتی- عضلانی در محیط‌های کاری ایران به درستی ثبت و گزارش نمی‌شود، آمار و ارقام موجود تنها قله‌ای از یک کوه یخی است که وسعت و دامنه‌ی آن بسیار بزرگ و البته نامشخص است [۶].

از بین عوامل خطری که در بروز اختلالات اسکلتی- عضلانی نقش دارند، پوسچرهای نامناسب یکی از شناخته‌شده‌ترین ریسک‌فاکتورها به شمار می‌روند [۷]، که در بسیاری از اوقات به علت عدم تناسب ابعاد بدنی فرد با ایستگاه کاری‌اش به وجود می‌آید [۸]. بنابراین یکی از مهم‌ترین اصول ارگونومی برای حفظ سلامتی کارکنان در هر محیط کاری، برقراری تناسب بین آن‌ها و ایستگاه کاریشان به خصوص تناسب آنتروپومتریک است. برای بررسی برقراری تناسب آنتروپومتری بین انسان و ایستگاه کاری، باید داده‌های آنتروپومتریک جمعیت هدف که می‌تواند در گروه‌های سنی، جنسی، نژادی و قومیتی متفاوت باشد [۹]، مدنظر طراحان قرار گیرد. به علت شیوع بالای اختلالات اسکلتی- عضلانی [۱۰] و ارتباط آن با شرایط انجام شغل به‌خصوص عدم تناسب آنتروپومتریک، ضروریست این موضوع مدنظر مسؤولین ایمنی، بهداشت و نیز طراحان و سازندگان محیط‌های کاری قرار گیرد.

یکی از محیط‌های کاری که ضرورت پیاده‌سازی قوانین ارگونومی در آن بالاست، آزمایشگاه‌های تحقیقاتی هستند. مطالعات محدودی در خصوص ارزیابی‌های ارگونومی صورت گرفته در این محیط‌های کاری وجود دارد که به بررسی پوسچرهای کارکنان این شغل پرداخته‌اند [۱۱].

Caskey نیز در مطالعه‌ای به بیان و بررسی ریسک‌فاکتورهای ارگونومیک در محیط‌های آزمایشگاهی و پیامدهای ناشی از آن پرداخته است [۱۲].

نتایج مطالعه‌ی Haile و همکاران در آزمایشگاه‌های بالینی نیز نشان می‌دهد، در فرایندهایی همچون سانتریفیوژ کردن، سنجش‌های شیمیایی و بیولوژیکی و پردازش، شکایت از اختلالات اسکلتی- عضلانی بالا در نواحی مچ پا/ پا و زانو بوده که این ناشی از ایستگاه‌های کاری نامناسب بوده است [۱۳].

نتایج مطالعه‌ی Oladeinde و همکاران نشان داد، آگاهی‌های مرتبط با ارگونومی در بین تکنسین‌های آزمایشگاه‌ها ضعیف است [۱۴]؛ بنابران می‌توان چنین نتیجه گرفت ارتقای آگاهی‌های مرتبط با تناسب آنتروپومتریک نیز در بین این دسته از کارکنان اهمیت فراوانی دارد.

کارکنان آزمایشگاه‌های تحقیقاتی به علت ماهیت شغلشان ملزم به استفاده طیف وسیعی از وسایل و ابزارآلات آزمایشگاهی در وضعیت‌های بدنی متفاوت هستند. برخی از فعالیت‌های شغلی این دسته از کارکنان همچون کار با هود شیمیایی، هود بیولوژیک و میکروسکوپ به صورت نشسته و استانیک انجام می‌گیرد؛ برخی از وظایف آنان همانند وظایف بخش بیوشیمی به صورت نشسته- ایستاده قابل انجام است و برخی نیز مانند آزمایشگاه شیمی به صورت ایستاده انجام می‌گیرند [۱۱]. بنابراین به علت ماهیت شغلی و آگاهی‌های ضعیف این افراد از ارگونومی، اهمیت فراوان بررسی‌های ارگونومیک همچون تناسب آنتروپومتریک بین افراد و ایستگاه‌های کاریشان به شدت احساس می‌شود. لذا هدف این مطالعه، بررسی پوسچر کاری کارکنان آزمایشگاه‌های تحقیقاتی و یافتن ارتباطات احتمالی آن با عدم برقراری تناسب آنتروپومتریک در ایستگاه‌های کاریشان می‌باشد.

روش کار

مطالعه‌ی حاضر به صورت سرشماری و بر روی ۳۲ نفر از کارشناسان شاغل در آزمایشگاه‌های تحقیقاتی واقع در پردیس دانشگاه علوم پزشکی همدان که رضایت آگاهانه برای شرکت در مطالعه داشتند صورت گرفت. اطلاعات دموگرافیک شرکت‌کنندگان شامل سن، جنس، تأهل، سابقه‌ی کار و ساعت کاری روزانه با استفاده از پرسش‌نامه گردآوری شد. معیار ورود داشتن حداقل یک سال سابقه‌ی کاری و معیار خروج، آسیب‌های اسکلتی- عضلانی بود که توسط پرسش‌نامه‌ی Nordic تعیین شد.

گام اول: تعیین میزان شیوع اختلالات اسکلتی- عضلانی در اندام‌های گوناگون: به منظور تعیین میزان شیوع اختلالات اسکلتی- عضلانی در اندام‌های گوناگون بدن، از پرسش‌نامه‌ی Nordic فارسی استفاده گردید. پرسش‌نامه‌ی Nordic برای ثبت اختلالات اسکلتی- عضلانی در نواحی ۹گانه‌ی بدن شامل ۱.گردن، ۲.شانه، ۳.پشت، ۴.کمر، ۵.آرنج، ۶.دست و مچ دست‌ها، ۷.ران‌ها، ۸.زانوها، ۹.مچ پا و پاها به کار می‌رود. لازم به ذکر است روایی و پایایی این ابزار مورد تأیید می‌باشد [۱۵].

گام دوم: ارزیابی پوسچر کاری: در قالب یک پیش‌مطالعه‌ی میدانی، وظایف شغلی کارکنان آزمایشگاه‌های تحقیقاتی مورد تحلیل قرار گرفت تا بتوان بهترین روش ارزیابی پوسچرهای کاری شایع و پر تکرار در بین این دسته از افراد را انتخاب نمود. طیف متنوع وظایف کارکنان آزمایشگاه در وضعیت‌های بدنی متفاوت (نشسته، ایستاده و نشسته- ایستاده)، ما را به سوی روش جدید نرپا NERPA(Novel Ergonomic Postural Assessment)، که روش ارتقا یافته‌ی روش رولا (Rapid Upper Limb Assessment

RULA است، رهنمون ساخت [۱۶]. روش NERPA، همانند بسیاری از روش‌های ارزیابی پوسچر مبتنی بر قلم و کاغذ بوده و از نمره برای بیان حالات و شرایط فیزیکی استفاده می‌کند. سیستم امتیازدهی در روش NERPA از ۱۱ گام مشخص پیروی می‌کند. بدین ترتیب که ابتدا اعضای بدن به دو گروه A و B طبقه‌بندی می‌شوند. گروه A شامل اعضای بازو، ساعد، مچ و گروه B اعضای گردن، تنه و پا می‌باشند. سپس با لحاظ کردن اثر نیرو و تکرار حرکت، امتیاز نهایی A و امتیاز B به دست می‌آید. در نهایت امتیاز نهایی NERPA با توجه به ماتریس نمره‌دهی تعیین شده و اقدامات اصلاحی لازم برای بهبود پوسچر کاری را در چهار سطح ارائه می‌دهد. نمره‌ی نهایی در این روش از ۱ تا ۷ است؛ به طوری که امتیاز ۱-۲، سطح ریسک پایین و قابل قبول، امتیاز ۳-۴، سطح ریسک متوسط و نیاز به بررسی و مطالعه‌ی بیشتر، امتیاز ۵-۶ سطح ریسک بالا بوده و مشخص می‌سازد که پوسچر نیاز به بررسی و مطالعه‌ی بیشتر دارد و تغییرات و مداخله‌ی ارگونومیک در آینده‌ی نزدیک باید انجام گیرد. همچنین امتیاز ۷ نشان‌دهنده‌ی سطح ریسک بسیار بالا و نیاز به بررسی و مطالعه و مداخله‌ی ارگونومیک سریع دارد [۱۶]. روایی و پایایی این روش در مطالعات پیشین تأیید گردیده است [۱۷].

اگر نتایج این گام حاکی از مطلوب بودن پوسچرهای کاری بود، به بررسی بیشتر افراد در محیط کار نیاز نخواهد بود، در غیر این صورت ضروریست مطالعات بیشتری در راستای ارزیابی شیوع اختلالات اسکلتی- عضلانی و تناسب آن‌ها با ایستگاه کاریشان صورت گیرد.

گام سوم: اندازه‌گیری ابعاد آنتروپومتری: لازم به ذکر است، پوسچر استاندارد جهت اندازه‌گیری‌های آنتروومتری در وضعیت نشسته و ایستاده به آزمودنی‌ها آموزش و افراد پس از اتخاذ آن مورد ارزیابی قرار گرفتند. به علت ماهیت شغلی کارشناسان آزمایشگاه‌های تحقیقاتی، غالب فعالیت‌های شغلی این افراد که به صورت ایستاده انجام می‌شود و نوع ابزارآلات مورد استفاده‌ی آن‌ها، ابعاد آنتروپومتریکی زیر جهت اندازه‌گیری انتخاب و بر اساس دستورالعمل مندرج در کتابچه‌ی «شاخص‌های آنتروپومتریکی استاتیک کارگران ایرانی» [۱۸]، اندازه‌گیری شدند:

- *ارتفاع چشم در حالت ایستاده:* فاصله‌ی عمودی از زاویه‌ی داخلی چشم تا کف‌پا در حالی‌که شخص در حالت ایستاده به جلو نگاه می‌کند. این بعد جهت بررسی تناسب آنتروپومتریک افراد با ارتفاع چشمی میکروسکوپ‌ها و غیره مورد استفاده قرار گرفت.
- *ارتفاع چشم در حالت نشسته:* فاصله‌ی عمودی از سطح نشستنگاه تا گوشه داخلی چشم. این بعد جهت بررسی تناسب آنتروپومتریک افراد با ایستگاه کار با کامپیوترشان (تنظیم ارتفاع دید در سطح بالایی نمایشگر) مورد استفاده قرار گرفت.
- *ارتفاع شانه در حالت ایستاده:* فاصله‌ی عمودی از سطح زمین تا زائده‌ی اخرمی استخوان کتف (نوک استخوان شانه) در حالی‌که ساعد و بازوها به طور طبیعی در طرفین بدن آویزان هستند. این بعد جهت بررسی تناسب آنتروپومتریک افراد با قفسه‌ها و طبقات متعدد موجود در آزمایشگاه مورد استفاده قرار گرفت.
- *ارتفاع شانه در حالت نشسته:* فاصله‌ی عمودی از سطح نشستنگاه تا نوک استخوان شانه. این بعد جهت بررسی تناسب آنتروپومتریک افراد با سطح کار حین کار با ابزارآلاتی همچون پیپت‌ها و غیره مورد استفاده قرار گرفت.
- *ارتفاع تکیه‌گاه آرنج در حالت ایستاده:* فاصله‌ی عمودی از برآمدگی آرنج تا کف پا در حالی‌که ساعد و بازوها به طور طبیعی در طرفین بدن آویزان هستند. این بعد جهت بررسی تناسب آنتروپومتریک افراد با سطح کار در حالت ایستاده مورد استفاده قرار گرفت.
- *ارتفاع آرنج نشسته (ارتفاع تکیه‌گاه آرنج):* فاصله‌ی عمودی از سطح نشستنگاه تا سطح داخلی آرنج. این بعد جهت بررسی تناسب آنتروپومتریک افراد با سطح کار در حالت نشسته مورد استفاده قرار گرفت.
- *ارتفاع رکبی:* فاصله‌ی عمودی از سطح زمین تا زاویه‌ی رکبی در سطح داخلی زانو. این بعد جهت بررسی تناسب آنتروپومتریک افراد با سطح کار حین استفاده از صندلی (ارتفاع نشستگاه) مورد استفاده قرار گرفت.
- *ارتفاع زانو در حالت نشسته:* فاصله‌ی عمودی از کف تا بالاترین نقطه‌ی زانو در حالی‌که شخص عمودی نشسته، زانوها و قوزک‌های پا به صورت عمودی هستند. این بعد جهت بررسی تناسب آنتروپومتریک افراد با بخش زیرین سطح کار و تأمین فضای آزاد حرکت حداقلی جهت قرارگیری پاها زیر میز مورد استفاده قرار گرفت.

به وسیله‌ی یک متر فلزی آنتروپومتریک بلند و زاویه‌ی گردن توسط نرم‌افزار دیجی‌مایزر (Digimizer version 4.1.1.0) برای کارکنان اندازه‌گیری شد. این نرم‌افزار کاربری بسیار راحت و منعطفی داشته و برای برآورد دقیق ابعاد و اندازه‌های مختلف موجود در تصاویر همچون فواصل، زوایا و مقادیر منحنی‌ها بسیار کمک‌کننده است [۱۹].

گام چهارم: اندازه‌گیری ابعاد ایستگاه‌های کاری: در کارهای نشسته همچون وظیفه‌ی کار با کامپیوتر، ارتفاع سطح کار در حالت نشسته، ارتفاع صندلی (ارتفاع نشستنگاه)، ارتفاع تکیه‌گاه آرنج و ارتفاع سطح زیرین میز تا پاها مورد اندازه‌گیری قرار گرفتند. در کارهای ایستاده مثل کار با دستگاه کروماتوگرافی، مهم‌ترین عامل ارتفاع میز کار در حالت ایستاده بود. اندازه‌گیری‌های این بخش با استفاده از یک متر فلزی دقیق انجام شد.

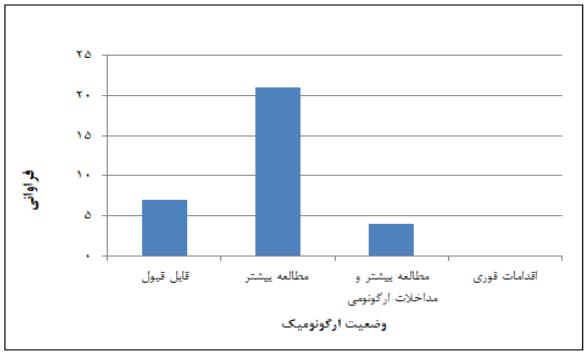
گام پنجم: بررسی تناسب آنتروپومتریک: در گام بعدی ابعاد آنتروپومتریک ثبت شده‌ی افراد و ابعاد اندازه‌گیری شده‌ی ایستگاه‌های کاری مورد بررسی مشترک قرار گرفتند و با مقایسه‌ی این دو دسته از داده‌ها برای هر یک از افراد، تناسب یا عدم تناسب هر یک از ایستگاه کاری با ابعاد بدنی کاربران آن تعیین شد.

یافته‌ها

جامعه‌ی ۳۲ نفری کارشناسان شاغل در آزمایشگاه‌های

تحقیقاتی در پردیس دانشگاه علوم پزشکی همدان دارای میانگین سنی ۳۹/۷۸ سال و سابقه‌ی کاری ۱۲/۴۰ سال بودند. افرادی جوان با سابقه‌ی کاری نسبتاً بالا که ۱۲/۳ درصد این افراد فعالیت نشسته‌ی دائمی ۲۴/۶ درصد فعالیت ایستاده دائمی و ۶۳/۹۰ درصد فعالیت ایستاده و نشسته توأم داشتند.

نتایج حاصل از ارزیابی پوسچر افراد در ایستگاه‌های کاری با استفاده از تحلیل‌های آمار توصیفی در شکل ۱ نشان داده شده است. بیشترین فراوانی در نمره‌های ارزیابی روش NERPA در وضعیت «مطالعه و بررسی بیشتر» می‌باشد.



شکل ۱: نمره‌ی ارزیابی پوسچر با توجه به ایستگاه کار

همان‌طورکه در نمودار اطلاعات کلی ارزیابی پوسچر با روش NERPA مشاهده می‌شود، در این ایستگاه‌های کاری پوسچرهای کاری به اقدامات بسیار فوری نیاز نداشتند، اما نیازمند مطالعات بیشتر بودند. بنابراین جهت مطالعات بیشتر ارزیابی شیوع اختلالات اسکلتی- عضلانی و تناسب آن‌ها با ایستگاه کاریشان مورد بررسی قرار گرفتند.

جدول ۱ نیز تعداد و درصد افرادی که طی ۷ روز و ۱۲ ماه گذشته اختلالات اسکلتی- عضلانی را تجربه نموده‌اند و نیز طی ۱۲ ماه گذشته نیاز به استراحت، کاهش فعالیت کاری، ترک محل کار یا عدم توانایی در انجام فعالیت ناشی از اختلالات داشته‌اند را در نواحی مختلف بدنی‌شان نشان می‌دهد.

همان‌طور که در جدول ۱ قابل مشاهده است، بیشترین میزان شیوع اختلالات طی ۷ روز و ۱۲ ماه گذشته به ترتیب در نواحی گردن و کمر و پشت کارکنان مشاهده شد و کم‌ترین میزان شیوع اختلالات اسکلتی- عضلانی نیز متعلق به ناحیه‌ی آرنج و مچ دست چپ کارکنان بود.

نتایج اندازه‌گیری متغیرهای آنتروپومتریکی همچون ارتفاع چشم، شانه، آرنج، رکبی و زانو و نیز طول کفل- رکبی در حالت نشسته و نیز ارتفاع چشم، شانه و آرنج در حالت ایستاده کارکنان در قالب گزارش میانگین و انحراف معیار (صدک ۵۰) در جدول ۲ ارائه شده است.

با مقایسه‌ی محدوده‌ی قابل قبول میز و صندلی‌ها و ابعاد بدنی کاربران ایستگاه‌های کاری (جدول ۱)، درصد انطباق یا عدم انطباق تک تک افراد با ایستگاه‌های کاریشان به تفکیک در جدول ۳ مشخص گردیده است.

جدول ۱: شیوع اختلالات اسکلتی- عضلانی در نواحی مختلف بدن کارشناسان آزمایشگاه‌های تحقیقاتی مورد بررسی

اندام‌ها		زمان		
		شیوع درد و ناراحتی در ۷ روز گذشته	شیوع درد و ناراحتی در ۱۲ ماه گذشته	استراحت و کاهش فعالیت در ۱۲ ماه گذشته به علت درد
		تعداد (درصد)	تعداد (درصد)	تعداد (درصد)
گردن		۱۴ (۴۳/۷۵)	۲۲ (۶۸/۷۵)	۷ (۲۱/۸۷)
شانه	راست	۳ (۹/۳۷)	۷ (۲۱/۸۷)	۱ (۳/۱۲)
	چپ	۳ (۹/۳۷)	۴ (۱۲/۵)	۰ (۰)
	هر دو	۴ (۱۲/۵)	۶ (۱۸/۷۵)	۰ (۰)
آرنج	راست	۰ (۰)	۲ (۶/۲۵)	۰ (۰)
	چپ	۱ (۳/۱۲)	۰ (۰)	۱ (۳/۱۲)
	هر دو	۳ (۹/۳۷)	۳ (۹/۳۷)	۱ (۳/۱۲)
مچ دست	راست	۴ (۱۲/۵)	۸ (۲۵)	۱ (۳/۱۲)
	چپ	۱ (۳/۱۲)	۰ (۰)	۰ (۰)
	هر دو	۲ (۶/۲۵)	۲ (۶/۲۵)	۰ (۰)
فوقانی پشت		۸ (۲۵)	۱۵ (۴۶/۸۷)	۰ (۰)
کمر		۱۳ (۴۰/۶۲)	۱۹ (۵۹/۳۷)	۷ (۲۱/)۸۷
باسن و ران		۸ (۲۵)	۱۱ (۳۴/۳۷)	۳ (۹/۳۷)
زانو		۸ (۲۵)	۱۶ (۵۰)	۴ (۱۲/۵)
مچ پا		۴ (۱۲/۵)	۶ (۱۸/۷۵)	۰ (۰)

جدول ۲: میانگین و انحراف معیار ابعاد آنتروپومتری کارشناسان شاغل در آزمایشگاه‌های تحقیقاتی (میلی‌متر)

بعد آنتروپومتری	میانگین ± انحراف معیار
ارتفاع چشم نشسته	۷۸۱/۸ ± ۸۹/۶
ارتفاع شانه نشسته	۶۱۶/۹ ± ۶۳/۶
ارتفاع آرنج نشسته	۳۱۲/۷ ± ۵۹/۸
ارتفاع رکبی	۴۰۹/۴ ± ۳۴/۵
ارتفاع زانو	۵۳۹/۴ ± ۳۴/۵
طول کفل-رکبی نشسته	۴۶۸/۴ ± ۳۳/۶
ارتفاع چشم ایستاده	۱۵۶۹/۴ ± ۸۲/۲
ارتفاع شانه ایستاده	۱۳۹۳/۰ ± ۷۷/۷
ارتفاع آرنج ایستاده	۱۰۸۱/۲ ± ۶۳/۰

اگر زاویه‌ی خمش (Flexion) گردن از ۱۵-۲۰ درجه بیشتر شود، درد در ناحیه‌ی گردن شروع می‌شود که ناشی از وارد آمدن بیش از حد نیرو و فشار به گردن می‌باشد، بنابراین زاویه‌ی بیشتر از ۲۰ درجه‌ی گردن به عنوان عامل خطر در نظر گرفته شده است [۲۰].

بحث

اهمیت برقراری تناسب آنتروپومتریک بین افراد و ایستگاه‌های کاریشان که لازمه‌ی اتخاذ پوسچر مناسب است نیاز به بررسی شیوع اختلالات اسکلتی- عضلانی در بین کارکنان آزمایشگاه‌های تحقیقاتی و ارتباط آن عدم تناسب آنتروپومتریک افراد با ایستگاه‌های کاریشان را ضروری ساخته است. به طور کلی نتایج مطالعه نشان داد، شیوع اختلالات اسکلتی- عضلانی در ناحیه‌ی گردن، تنه و پشت کارکنان آزمایشگاه‌های تحقیقاتی بالا بوده و از مهم‌ترین علل این چالش، پوسچرهای نسبتاً نامناسب ناشی از عدم تناسب آنتروپومتریک افراد با ایستگاه‌های کاریشان است.

نتایج ارزیابی پوسچر افراد در ایستگاه‌های کاریشان با استفاده از روش NERPA نشان داد، پوسچر کاری در وضعیت ریسک متوسط (نمره‌ی ۳ و ۴) قرار داشته و نیاز است بررسی‌ها و مطالعات بیشتری صورت گیرد. در مطالعاتی که در گذشته صورت گرفته، وضعیت کاری و ایستگاه کار تکنسین‌های آزمایشگاه با استفاده از روش‌های دیگر ارگونومی مورد ارزیابی قرار گرفته است. به عنوان مثال در مطالعه‌ی Shreya و همکاران با استفاده از روش چک‌لیست مواجهه‌ی سریع QEC (Quick exposure checklist)، پوسچرهای کاری تکنسین‌های آزمایشگاه کشور هندوستان بررسی شد [۲۱]. در ۷۶/۹ درصد از تکنسین‌های مورد مطالعه، سطح قرار گرفتن در معرض خطرات اسکلتی- عضلانی بالا بوده و مداخلات ارگونومیک برای کاهش سطح مواجهه ضروری به نظر می‌رسد (خطر بالا) که شایع‌ترین عوامل خطر را وضعیت‌های بدنی نامناسب، ایستادن طولانی‌مدت، چیدمان نامناسب ایستگاه کاری عنوان نموده‌اند [۲۱].

در مطالعه‌ی دیگری Mukhtad و همکاران، نمره‌ی ارزیابی پوسچر کاری تکنسین‌های آزمایشگاه مراقبت‌های بهداشتی با استفاده از روش RULA، را ۵ و ۶ به دست آوردند که نشان‌دهنده‌ی نیاز به تحقیقات بیشتر و تغییرات در آینده‌ی نزدیک جهت بهبود پوسچرهای استاتیک و گاهاً تکراری این دسته از تکنسین‌ها بود [۲۲].

در مطالعه‌ی Ganjave و Shikrapurkar نیز که از روش Rula برای ارزیابی پوسچر تکنسین‌های آزمایشگاه استفاده کردند، سطح ریسک خفیف تا متوسط با نمره‌ی ۳ و ۴ می‌باشد و نیاز به تغییرات اولیه در وضعیت بدن و بررسی بیشتر دارد [۲۳]. از آن‌جا که وضعیت‌های کاری ثابت و تکراری در حین انجام وظایف آزمایشگاهی در ایستگاه‌های کار با رایانه، پیپت، میکروسکوپ و غیره موجب خمش طولانی‌مدت کمر و گردن، بالا رفتن شانه‌ها، وضعیت نامناسب و حرکات تکراری آرنج، مچ دست و دست می‌شود، این سطح ریسک و حتی مقادیر بالاتر از آن (همانند نتایج مطالعه‌ی Shreya و همکاران [۲۱] و Mukhtad و همکاران [۲۲] در روش NERPA قابل پیش‌بینی بود.

جدول ۱، شیوع علائم اختلالات اسکلتی- عضلانی را در نواحی مختلف بدن تکنسین‌های آزمایشگاه نشان داد که در طی ۱۲ ماه گذشته، شایع‌ترین اختلالات در نواحی گردن (۶۸/۷۵ درصد)، کمر (۵۹/۳۷ درصد) و پشت (۴۶/۸۷ درصد) بوده است. همراستا با نتایج این مطالعه، Lorusso و همکاران نیز به این نتیجه رسیدند که شیوع علائم درد و ناراحتی در میان کاربران میکروسکوپ، بیشتر در نواحی گردن (۵۳/۴ درصد)، پایین کمر (۳۹/۲ درصد)، بخش فوقانی پشت (۲۳/۹ درصد) و شانه‌ها (۲۱ درصد) بوده است [۲۴].

جدول ۳: تطابق ایستگاه‌های کار با ابعاد آنتروپومتریک

بعد کاری	ایستگاه	ارتفاع صندلی		ارتفاع میز کار نشسته		ارتفاع تکیه‌گاه صندلی		عمق نشیمن‌گاه صندلی		ارتفاع میز کار ایستاده		زاویه گردن	
انطباق	متغیر	تطابق دارد	تطابق ندارد	تطابق دارد	تطابق ندارد	تطابق دارد	تطابق ندارد	تطابق دارد	تطابق ندارد	تطابق دارد	تطابق ندارد	تطابق دارد	تطابق ندارد
	تعداد افراد	۱	۳۱	۴	۲۸	۴	۲۸	۷	۲۵	۱۶	۱۶	۵	۲۷
	درصد افراد	۳/۱۲	۹۶/۹	۱۲/۵	۸۷/۵	۱۲/۵	۸۷/۵	۷۸/۱	۲۱/۹	۵۰	۵۰	۱۵/۶	۸۴/۴

در مطالعه‌ی Penkala و همکاران نیز بیش از یک سوم کارشناسان آموزشی آزمایشگاه‌های دانشگاه علوم پزشکی یک مشکل اسکلتی- عضلانی در یک سال گذشته و بیش از یک پنجم افراد نیز طی ۷ روز گذشته تجربه کردند و کمر، گردن و قسمت فوقانی پشت به ترتیب شایع‌ترین نواحی درگیر آن‌ها بودند [۲۵]. بی‌شک ماهیت تکراری [۲۶] و طولانی‌مدت [۲۶] وظایف کاری نشسته و ایستاده‌ی این کارکنان، عدم تناسب آنتروپومتریک افراد با ایستگاه‌های کاریشان [۲۶] و عدم تخصیص بازه‌های استراحت کافی بین شیفتی [۲۶] در گسترش این اختلالات بی‌تأثیر نبوده است.

نتیجه‌ی قابل تأمل دیگر این مطالعه آن است که ارتفاع تنها ۳/۱۲ درصد از صندلی‌ها، ۱۲/۵ درصد میزها متناسب با کارکنان در وظایف کاری نشسته بود. به همین ترتیب در وظایف ایستاده، ارتفاع سطح کار به گونه‌ای بود که فقط ۵۰ درصد از افراد سطح کار مناسبی داشتند و ۱۵/۶ درصد کارکنان با زاویه گردنی مناسب، قادر به انجام وظایف کاریشان بودند. استفاده از میکروسکوپ‌های ثابت فاقد تنظیم زاویه‌ی دید چشمی می‌تواند زاویه‌ی خمش گردن را زیاد کند همچنین استفاده از صندلی و میزهای با ارتفاع نامناسب و ثابت می‌تواند تأثیر منفی بر پوسچر اندام‌ها، از قبیل گردن، تنه، شانه و بازوها بگذارد. جهت رسیدن به تطابق آنتروپومتریک، بهترین روش تهیه‌ی صندلی و میزهایی با ارتفاع تنظیم‌پذیر است که معمولاً به علت تحمیل هزینه‌ی هنگفت، مورد استقبال قرار نمی‌گیرد. در صورت استفاده از میز و صندلی ارتفاع ثابت، طراحی باید بر اساس صدک ۹۵ جمعیت و استفاده‌ی افراد کوچک‌تر از زیرپایی باشد در مطالعه‌ای هم‌سو قاسمی و همکاران با بررسی رابطه‌ی بین پوسچر کاری و تناسب آنتروپومتریکی چند صنعت بافندگی گزارش دادند در (۸۱ درصد) موارد، اندازه‌ی پشتی صندلی، (۶۹/۵ درصد) ارتفاع صندلی، (۸۳/۸ درصد) ارتفاع میز کار و (۲۶/۷ درصد) عمق صندلی نامناسب می‌باشد که تطابق نداشتن آنتروپومتریک با ایستگاه‌های کاری در تمامی ابعاد به افزایش میانگین امتیاز پوسچر کاری منجر شد [۲۷].

از محدودیت‌های پژوهش می‌توان، تنوع زیاد در وظایف کاری کارشناسان آزمایشگاه‌های تحقیقاتی و تعداد کم نمونه‌های مورد ارزیابی را نام برد که انجام این تحقیق در سایر دانشگاه‌ها و آزمایشگاه‌های تحقیقاتی می‌تواند در این امر کمک‌کننده باشد. همچنین ارزیابی پوسچر با استفاده از روش‌های مرسوم همچون NERPAعینی نیست و مبتنی بر قضاوت شخص است؛ بنابراین، همواره کمی خطا دارد. پیشنهاد می‌شود محققان در مطالعات بعدی، طیف وسیع‌تر و جامع‌تری از ریسک فاکتورهای گوناگون مؤثر بر اختلالات اسکلتی- عضلانی همچون مدت زمان فعالیت، عوامل محیطی همچون روشنایی و عوامل روانی- اجتماعی را نیز مطالعه کنند؛ زیرا اصلاح ریسک‌فاکتورهای مرتبط با اختلالات اسکلتی- عضلانی که رهاورد مداخلات ارگونومی است، گامی بلند در راستای کاهش این اختلالات در محیط کاری کارکنان می‌باشد.

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که شیوع علائم اختلالات اسکلتی- عضلانی در کارشناسان آزمایشگاه‌های تحقیقاتی بالاست و سطوح ریسک ارزیابی ارگونومیکی اکثر فعالیت‌ها در سطح ریسک متوسط قرار دارند. به نظر می‌رسد یکی از دلایل شیوع بالای اختلالات در بین این کارکنان، عدم تناسب آنتروپومتریک افراد با ایستگاه کاریشان باشد. لذا پیاده‌سازی برنامه‌های ارگونومی با هدف پیشگیری و کنترل ریسک‌فاکتورهای ارگونومی، برای کاهش اختلالات اسکلتی-عضلانی این کارکنان ضروری می‌باشد. بدیهی است طبق سلسله‌مراتب، اولویت باید به حذف خطرات ایجاد اختلالات اسکلتی- عضلانی از طریق کنترل‌های مهندسی، مدیریتی و فردی همچون اصلاح چیدمان و محیط کار و همچنین استفاده از ابزار ارگونومیک و کمک‌های مکانیکی در اختیار قرار دادن میزها و صندلی‌های دارای قابلیت تنظیم ابعاد، آموزش و استفاده از وسایل حفاظت فردی داده شود [۲۸].

تشکر و قدردانی

از دانشگاه علوم پزشکی همدان و کلیه‌ی کارشناسان شاغل در آزمایشگاه‌های این دانشگاه که حمایت و همکاری لازم را در مراحل تحقیق به عمل آوردند، تشکر و قدردانی می‌گردد.

تضاد منافع

میان نویسندگان هیچ تعارضی در منافع وجود ندارد.

سهم نویسندگان

تمامی نویسندگان به یک اندازه در آماده‌سازی این مقاله مشارکت داشته‌اند.

ملاحظات اخلاقی

کلیه شرکت‌کنندگان در پژوهش رضایت خود را با پر کردن فرم رضایتنامه اعلام نمودند.

حمایت مالی

تأمین هزینه‌های مالی این پژوهش بر عهده‌ی نویسندگان بوده است.

REFERENCES

1. Morse T, Bruneau H, Michalak-Turcotte C, Sanders M, Warren N, Dussetschleger J, et al. Musculoskeletal disorders of the neck and shoulder in dental hygienists and dental hygiene students. J Dent Hyg. 2007;81(1):10. [PMID]
2. David GC. Ergonomic methods for assessing exposure to risk factors for work-related musculoskeletal disorders. Occup Med (Lond). 2005;55(3):190-9. [DOI: 10.1093/occmed/kqi082] [PMID]

3. Statistics BoL. Nonfatal occupational injuries and illnesses requiring days away from work. Washington, DC: Bureau of Labor Statistics; 2013. p. 1-33.
4. Ergonomic injury statistics and trends in 2023 • GITNUX. [Online]. [cited 2023 Jun 24]; Available from: URL: https://blog.gitnux.com/ergonomic-injury-statistics
5. Sadeghi Naeini H, Zolfaghari M. Ergonomic evaluation of workstations in industry with emphasis on economic considerations (Case study: automotive industry) [in Persian]. Iran J Ergon. 2020;8(3):85-93. [DOI: 10.30699/jergon.8.3.85]
6. Choobineh A, Tabatabaei SH, Mokhtarzadeh A, Salehi M. Musculoskeletal problems among workers of an Iranian rubber factory. J Occup Health. 2007;49(5):418-23. [DOI: 10.1539/joh.49.418] [PMID]
7. Choobineh A, Tabatabaee SH, Behzadi M. Musculoskeletal problems among workers of an Iranian sugar-producing factory. Int J Occup Saf Ergon. 2009;15(4):419-24. [DOI: 10.1080/10803548.2009.11076820] [PMID]
8. Mazloumi A, Mehrdad R, Kazemi Z, Vahedi Z, Hajizade L. Risk factors of work related musculoskeletal disorders in Iranian workers during 2000-2015. J Heal Saf Work. 2021;11(3):395-416.
9. Mojaverrostami S, Najibi A, Mokhtari T, Malekzadeh M, Hassanzadeh G. The importance and application of anthropometry in medical sciences and related industries: A narrative review [in Persian]. JRUMS. 2019;18(6):589-606. [DOR: 20.1001.1.17353165.1398.18.6.5.1]
10. Putsa B, Jalayondeja W, Mekhora K, Bhuanantanondh P, Jalayondeja C. Factors associated with reduced risk of musculoskeletal disorders among office workers: a cross-sectional study 2017 to 2020. BMC Public Health. 2022;22(1):1503. [DOI: 10.1186/s12889-022-13940-0] [PMID]
11. Mesbah F, Choobineh A, Tozihian T, Jafari P, Naghib-alhosseini F, Shidmosavi M, et al. Ergonomic intervention effect in reducing musculoskeletal disorders in staff of Shiraz Medical School [in Persian]. IOH. 2012;9(1):41-51.
12. Caskey CR. Ergonomics in the clinical laboratory. Clin Lab Sci. 1999;12(3):140-4. [PMID]
13. Haile EL, Taye B, Hussen F. Ergonomic workstations and work-related musculoskeletal disorders in the clinical laboratory. Lab Med. 2012;43(2):e11-9. [DOI: 10.1309/LM7BQ15TTQFBXIS]
14. Oladeinde BH, Ekejindu IM, Omoregie R, Aguh OD. Awareness and knowledge of ergonomics among medical laboratory scientists in Nigeria. Ann Med Health Sci Res. 2015;5(6):423-7. [DOI: 10.4103/2141-9248.177989] [PMID]
15. Choobineh A, Lahmi M, Shahnavaz H, Khani Jazani R, Hosseini M. Musculoskeletal symptoms as related to ergonomic factors in Iranian hand-woven carpet industry and general guidelines for workstation design. Int J Occup Saf Ergon. 2004;10(2):157-68. [DOI: 10.1080/10803548.2004.11076604] [PMID]
16. Sanchez-Lite A, Garcia M, Domingo R, Sebastian MA. Novel ergonomic postural assessment method (NERPA) using product-process computer aided engineering for ergonomic workplace design. PLoS One. 2013;8(8):e72703. [DOI: 10.1371/journal.pone.0072703] [PMID]
17. Khandan M, Vosoughi S, Poursadeghiyan M, Azizi F, Ahounbar E, Koohpaei A. Ergonomic assessment of posture risk factors among Iranian workers: An alternative to conventional methods. Iran Rehabil J. 2018;16(1):11-6. [DOI: 10.29252/nrip.irj.16.1.11]
18. Environment and Work Health Center. A guide to static anthropometric indices for Iranian Workers. In Tehran [in Persian]; 2017. p. 5455.
19. Digimizer Image Analysis Software. [Online]. [cited 2023 Jun 26]; Available from: URL: https://www.digimizer.com/
20. Norasi H, Tetteh E, Sarker P, Mirka GA, Hallbeck MS. Exploring the relationship between neck flexion and neck problems in occupational populations: a systematic review of the literature. Ergonomics. 2022;65(4):587-603. [DOI: 10.1080/00140139.2021.1976847] [PMID]
21. Shreya M, De A, Iqbal R. Work related musculoskeletal disorders among medical laboratory technicians. Proceeding of the 2012 Southeast Asian Network of Ergonomics Societies Conference, SEANES 2012. [2012 July 9-12]; Langkawi, Malaysia.
22. Mukhtad AA, Abdulkareem Aminese H, Mansor MA, Salam Mansour H, Elmesmary HA. Ergonomic risk assessment among healthcare laboratory technicians in Benghazi Medical Centr. IJARnD. 2018;3(3):318-27.
23. Ganjave PD, Shikrapurkar S. Ergonomic risk assessment in clinical laboratory technicians. Elem Educ Online. 2022;20(1):5531-42. [DOI: 10.17051/ilkonline.2021.01.586]
24. Lorusso A, Bruno S, Caputo F, L'Abbate N. Fattori di rischio per disturbi muscolo-scheletrici in lavoratori che utilizzano il microscopio [in Italian]. G Ital Med Lav Ergon. 2007; 29(4):932-7. [PMID]
25. Penkala S, El-Debal H, Coxon K. Work-related musculoskeletal problems related to laboratory training in university medical science students: a cross sectional survey. BMC Public Health. 2018;18(1):1208. [DOI: 10.1186/s12889-018-6125-y] [PMID]
26. Environment and Work Health Center. A guide to musculoskeletal disorders prevention in office works. In Tehran [in persian]; 2011. p. 850.
27. Ghasemi F, Hasini M, Ahmadi M, Rahmiani-IranShahi M. The relationship between working posture and anthropometric compatibility with workstations: A case study among sewing operators [in Persian]. Iran J Ergon. 2021;8(4):15-30. [DOI: 10.30699/jergon.8.4.15]
28. Ho DTK. The prevalence, causes and prevention of occupational musculoskeletal disorders. Glob J Med Sci. 2022;4(2):56-68. [DOI: 10.36348/gajms.2022.v04i02.004]