Journal of Health and Safety at Work 2023; 13(1): 188-201

ORIGINAL RESEARCH PAPER

Evaluation of Allowable Weight Limits in Iranian Women Based on Objective and Subjective Criteria: a Laboratory Study

Maryam Nourollahi-Darabad[1], Davood Afshari[1], Iman Dianat[2], Maryam Mojaddam[1,*]

[1] Department of Occupational Health Engineering, School of health, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran
[2] Department of Occupational Health Engineering, School of health, Tabriz University of Medical Sciences, Tabriz, Iran

Received: 2022-07-04 Accepted: 2022-11-12

ABSTRACT

Introduction: Occupational back pain is one of the musculoskeletal disorders (MSDs) caused by manual load-lifting among women involved in manual lifting activities. Limits for lifting loads are used to assess the risk and prevention of occupational back pain. The Washington Industrial Safety and Health Act (WISHA) checklist is used as a permissible load assessment limit in Iran. The present study aimed to evaluate the reliability of using the WISHA checklist to determine the allowable limits of manual load-lifting among women based on biomechanical and psychophysical methods.

Material and Methods: In this study, ten women workers aged 20-30 years with a history of manual load-lifting were asked to perform 21 load-lifting tasks designed according to the permitted limits of Iran. A wireless electronic clinometer was used to determine the flexion angles of the trunk while lifting the load. Anthropometric information, load weight, trunk angle, and posture were entered into 3DSSPP software to obtain biomechanical forces for each task and compared them with the recommended National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) limits. After performing each task, the rate of perceived exertion of each person for each task was collected by using the Borg scale.

Results: The flexion angle for 47.61% of the lifting tasks were more than 20 degrees. The estimated average compressive force for the six tasks exceeded NIOSH's recommended limits. The average Borg scale was determined hard for 33.33% of lifting tasks and hard to very hard for 9.52% of tasks.

Conclusion: It was found that the manual load-lifting standard for some tasks might not be sufficient to control and prevent low back pain caused by manual lifting in women, and some non-compliance was found with the allowable lifting limits. Manual load-lifting with anthropometric and biomechanical features may increase the biomechanical force on the women's low back. Therefore, it seems that the allowable lifting limits of Iran for women based on the WISHA checklist should be reviewed and redesigned based on anthropometric and biomechanical characteristics.

Keywords: *WISHA checklist, Perceived exertion, Biomechanical forces, Manual load lifting*

HOW TO CITE THIS ARTICLE

Nourollahi-Darabad M, Afshari D, Dianat I, Mojaddam M. Evaluation of Allowable Weight Limits in Iranian Women Based on Objective and Subjective Criteria: a Laboratory Study. J Health Saf Work. 2023; 13(1): 188-201.

1. INTRODUCTION

Musculoskeletal disorders (MSDs), especially occupational low back pain, are one of the industry's major occupational health problems; thus, in 2016, occupational low back pain accounted for 38.5% of all MSDs. The World Health Organization estimates that 37% of all lumbar injuries occur in the workplace. Epidemiological studies have identified manual material handling and lifting activities as the most important risk factors for occupational low back pain. The results of

* Corresponding Author Email: *Maryam.mojaddam1370@gmail.com*

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.

epidemiological and biomechanical studies in Iran have shown that the highest prevalence of MSDs is observed in the workstation's low back and manual material handling and non-ergonomic conditions, which are the main reasons for the increased risk of back injuries. The prevalence of low back pain was higher in women than men. The main reasons for this difference are women's physical strength and anthropometric and physiological dimensions. Researchers have developed tools and allowable limits to identify the potentially high-risk occupations for back injuries. However, no extensive research has been done on the validity or effectiveness of these methods. While simple and easy to perform, occupational risk factors for low back pain must be accurate. Some of these evaluation methods have limitations despite their widespread use. Arjmand et al. (2015) showed that NIOSH's proposed equation is not accurate enough in determining the risk of spinal injuries in cases involving moderate to high trunk flexion. Based on the allowable occupational exposure limits in Iran, the allowable lifting limits for men and women are based on the Washington Industrial Safety and Health (WISHA) checklist. This method focuses on the vertical and horizontal positions of the hand, frequency, and lifting period and is derived from the American male and female population, differing from the Iranian population in terms of race, anthropometric dimensions, and physical abilities. The mentioned limits are used as the main reference in a wide range of women's activities, including industry, treatment, and services, in Iran. On the other hand, determining the amount of force on the back and the amount of perceptual exertion received from hard work is an acceptable criterion for assessing the allowable lifting limits. Thus, the present study aimed to investigate the applicability of the allowable lifting threshold values in women based on biomechanical and psychophysical criteria.

2. MATERIAL AND METHODS

1. Participants

The present descriptive-analytical study was designed and conducted in the laboratory. Ten women workers aged 20-30 years with a history of manual lifting were selected.

2. Study design and work method

In this study, manual load-lifting tasks were designed based on the tables of allowable load-lifting values provided by the Ministry of Health and Medical Education of Iran. Three frequencies, 1, 3, and 6 (lifts per minute) and weighs less than 10 kg, were selected for this study. Finally, 21 lifting tasks were designed based on the mentioned cases. Therefore, for this study, boxes with the weights of 3, 4, 6, 7, 8, 9, and 10 kg with suitable handles and dimensions of 30 cm×40 cm×22 cm were used. Participants were asked to lift the boxes from the starting point of the load, which consisted of a four-tiered shelf (below the knee, knee-to-waist, waist-to-shoulder, and above-shoulder) and place them at a fixed height (waist height). The horizontal distances of the individual hand position relative to the boxes at the origin included: 0-15 cm (near), 15-25 cm (medium), and more than 25 cm (far).

3. Tools and equipment

In the present study, a wireless electronic three-axis clinometer (made in the USA, Microstrain, Williston, vt.) was used to measure the instantaneous angles of the trunk and more accurately estimate the biomechanical forces. The University of Michigan 3DSSPP software estimated the compressive and shear force. This software is a static biomechanical model that calculates the compressive and shear forces on the lumbosacral joint (L5/S1) based on body posture and anthropometric dimensions. For psychophysical analysis of loading tasks, after each task, participants were asked to rate the perceived exertion on a scale of 0 to 10 based on the Borg CR10 scale.

4. Statistical analysis

Data entry and statistical analysis were performed using SPSS software version 22. One Sample T-test was used to compare the compressive forces on the back with the recommended limits.

3. RESULTS AND DISCUSSION

The participants' mean age, height, and weight were 25.2 years, 159 cm, and 57.3 kg, respectively. The flexion angle of more than 47.61% of the lifting trials was estimated to be more than 20 degrees. The compressive force of tasks 6, 15, 16, 18, 19, and 20 significantly differed from the NIOSH's recommended limits. The maximum compressive force on the back was related to task number 20 (4428.20 N), and the minimum compressive force was related to task number 14 (965.10 N). Results of the present study showed that it was determined that 33.33% of the lifting tasks were hard, 42.85%

were moderate, and 4.76% were easy.

1. The role of anthropometric dimensions

In the present study, the participants' average body weight was close to the average weight of Iranian women workers aged 20-60 years, which is 60 kg, while the average body weight of American women of 20 years and older is 70.7 kg. It shows that the average weight of Iranian women is approximately 10 kg lighter than American women. This remarkable difference directly affects the biomechanical loads. In the present study, the height of the shelves was adjusted according to the height of the people and the areas recommended in the standard; thus, this factor did not affect the biomechanical forces.

2. Evaluation of biomechanical loads

1-2-External load: The average compressive force was higher than the recommended standard (3400 N) for the tasks 6, 15, 16, and 18, 19. One of the reasons for this can be the heavy weight of the external load (6, 8, 10 kg) for the above tasks. Increased weight of the load will obviously apply more force to the spine. In their study, Jones et al. obtained the compressive and shear forces due to the load being higher than the maximum compressive and shear forces obtained in the present study tasks. Kim et al. set lifting weights less than 10 kg as a safe range for women and concluded that external loads of more than 10 kg estimated biomechanical forces above 3400 N.

2-2-Horizontal access distance: The horizontal access distance of 25 cm is defined as the safe horizontal distance in load-lifting. Tasks 6 and 20 had a horizontal distance of more than 25 cm, so the horizontal distance may also play a role in increasing the biomechanical forces. The results of the Ciriello study on female industrial workers showed that increasing the horizontal access distance reduces the maximum acceptable weight lifting.

3.2-Lifting height: Back postures with more than 20 degrees angle and trunk rotation increase the risk of MSDs. The maximum flexion angle is related to lifting tasks 6 and 18. In these tasks, placing the load at a height below the knee has led to the maximum flexion angle in the trunk area. Due to the loading frequency and repetition of lumbar flexion, these tasks are associated with the risk of serious injury to the lumbar spine.

3. The perceived exertion rating

Results of the present study demonstrated that, based on the amount of perceptual exertion for lifting, the tasks 18 and 19 were determined as the heaviest tasks. The high perceptual exertion for these two tasks can be attributed to the high frequency of lifting (6 lifts per minute) and lifting the load below the knee height. Also, among the lifting tasks performed below the knee, the lowest score was related to lifting task 21 with a score (average), probably due to the low weight of the external load (4 kg). Hattori et al. in Japan showed that mental comprehension scores for 15kg lifting tasks were significantly different from 10kg lifting tasks and that lifting loads significantly affected the Borg scale. Sevene et al. (2019) found that perceptual exertion and heart rate increase with increasing external load weight. In the present study, the Borg score increased with increasing frequency from 1 to 6 lifts per minute which is supported by Wu (2003) and the Maiti (2004) studies.

3. CONCLUSIONS

Results of the present study showed that the estimated compressive loads are too high for approximately 28.57% of the lifting tasks designed based on the WISHA checklist. Also, according to Borg's psychophysical criteria, the perceived exertion of women was classified as hard and hard to very hard in more than 50% of loading tasks. Therefore, it can be concluded that the allowable load limits of Iranian women may not be sufficient to protect women against biomechanical injuries during lifting; therefore, it is necessary to provide instructions for manual lifting activities considering the anthropometric and biomechanical characteristics of Iranian women. The anthropometric and biomechanics of Iranian women should be reviewed and corrected as a complete and comprehensive study.

5. ACKNOWLEDGMENT

The authors of this article thank the women who participated in this study.

فصلنامه بهداشت و ایمنی کار جلد ۱۳/ شماره ۱/ بهار ۱۴۰۲ صفحات ۱۸۸-۲۰۱

ارزیابی حدود مجاز بلند کردن دستی بار در میان زنان ایرانی بر اساس تکنیک‌های عینی و ذهنی: یک مطالعه آزمایشگاهی

مریم نوراللهی درآباد [۱]، داوود افشاری [۱]، ایمان دیانت [۲]، مریم مجدم [۱*]

[۱] گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز، اهواز، ایران
[۲] گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تبریز، تبریز، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۴/۱۳، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۸/۲۱

چکیده

مقدمه: کمردردهای شغلی یکی از اختلالات اسکلتی-عضلانی ناشی از بلند کردن دستی بار در میان خانم‌هایی می‌باشد که درگیر فعالیت‌های بلند کردن دستی بار هستند. حدود مجاز بلند کردن بار به‌عنوان ابزاری جهت ارزیابی ریسک ابتلا به کمردردهای شغلی و در نتیجه پیشگیری از آن‌ها استفاده می‌شود. در کشور ایران از روش WISHA به‌عنوان حدود مجاز ارزیابی بلند کردن بار دستی استفاده می‌شود. ازآنجایی‌که تاکنون روش WISHA به‌منظور تعیین حدود مجاز باربرداری در افراد ایرانی و بخصوص در زنان شاغل موردبررسی و ارزیابی قرار نگرفته است، مطالعه حاضر با هدف ارزیابی حدود مجاز باربرداری در زنان ایرانی که مبتنی بر روش WISHA می‌باشد، با استفاده از معیارهای بیومکانیکی و سایکوفیزیکی انجام گرفت.

روش کار: در این مطالعه، ۱۰ کارگر زن با رنج سنی ۳۰-۲۰ سال که دارای سابقه فعالیت بلند کردن دستی بار بودند، داوطلبانه مشارکت کردند و از آن‌ها خواسته شد ۲۱ وظیفه باربرداری برای بارهای خارجی ۳، ۴، ۶، ۷، ۸، ۹ و ۱۰ کیلوگرم با توجه به شرایط باربرداری (فواصل عمودی، افقی و فرکانس) که بر اساس روش WISHA طراحی شده بود، انجام دهند. جهت تعیین زوایای خمش تنه در حین بلند کردن بار از یک شیب‌سنج الکترونیکی بی‌سیم استفاده شد. با وارد کردن اطلاعات آنتروپومتریکی، وزن بار، زاویه کمر و پوسچر فرد در نرم‌افزار 3DSSPP، نیروهای بیومکانیکی برای هر وظیفه به‌دست‌آمده و با حدود توصیه‌شده NIOSH مقایسه گردید. همچنین به‌منظور ارزیابی ذهنی، پس از انجام هر وظیفه میزان تلاش ادراکی هر فرد برای هر وظیفه با استفاده از مقیاس بورگ جمع‌آوری گردید.

یافته ها: نتایج مطالعه نشان داد که زاویه خمش برای ۴۷/۶۱ درصد از وظایف بلند کردن بار بیش از ۲۰ درجه بود. میانگین نیروی فشاری تخمینی برای ۶ وظیفه بیش‌ازحد توصیه‌شدهٔ NIOSH (۳۴۰۰ نیوتن) تخمین‌زده شد. همچنین میانگین مقیاس Borg برای ۳۳/۳۳ درصد از وظایف، سخت و برای ۹/۵۲ درصد از وظایف، بین سخت تا خیلی سخت تعیین شد.

نتیجه گیری: با توجه به نتایج مطالعه حاضر مشخص شد که استاندارد بلند کردن دستی بار خانم‌ها ایران برای برخی از وظایف ممکن است قابلیت کافی به‌منظور کنترل و پیشگیری از کمردرد ناشی از بلند کردن دستی بار در خانم‌ها را نداشته باشد و عدم انطباق برخی از حدود مجاز بلند کردن دستی بار با ویژگی‌های آنتروپومتریکی و بیومکانیکی، ممکن است منجر به افزایش بارهای بیومکانیکی وارد بر کمر خانم‌ها شود. لذا به نظر می‌رسد حدود مجاز بلند کردن بار برای زنان بر اساس روش WISHA نیاز به بازبینی و طراحی مجدد بر اساس ویژگی‌های آنتروپومتریکی و بیومکانیکی دارد.

کلمات کلیدی: *چک‌لیست WISHA، میزان تلاش ادراکی، نیروهای بیومکانیکی، بلند کردن دستی بار*

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول مکاتبه: *maryam.mojaddam1370@gmail.com*

مقدمه

اختلالات اسکلتی-عضلانی ناشی از کار و بخصوص کمردرد یکی از عمده‌ترین مشکلات بهداشت شغلی در صنایع می‌باشد؛ این اختلالات تأثیر قابل‌توجهی در هزینه‌های اقتصادی نظیر هزینه‌های مستقیم مانند هزینه‌های پزشکی و هزینه‌های غیرمستقیم مانند از دست دادن بهره‌وری نیروی کار دارند (۱). سازمان بهداشت جهانی تخمین زده است که ۳۷ درصد از تمام آسیب‌های ناحیه کمری در محیط کاری اتفاق می‌افتد (۲). این اختلالات شایع‌ترین علت ناتوانی افراد زیر ۴۵ سال در کشورهای صنعتی می‌باشد (۳). سه دسته کلی از عوامل خطر برای کمردردهای شغلی وجود دارد که شامل ریسک فاکتورهای بیومکانیکی، روان‌شناختی و فردی می‌باشند. عوامل خطر بیومکانیکی شامل تکرار، پوسچر نامناسب، مدت و شدت می‌باشد (۴). مطالعات اپیدمیولوژیکی حمل دستی مواد و فعالیت‌های بلند کردن بار را به‌عنوان مهم‌ترین ریسک فاکتورهای کمردرد شغلی شناسایی کرده‌اند (۵-۷). نتایج مطالعات اپیدمیولوژیکی و بیومکانیکی در ایران نشان داده است که بیشترین شیوع اختلالات اسکلتی-عضلانی در ناحیه کمر بوده و حمل‌ونقل دستی بار و شرایط غیر ارگونومیکی ایستگاه کار عمده‌ترین دلایل افزایش ریسک پتانسیل آسیب‌های کمری می‌باشد (۸-۱۰). جنسیت یکی از فاکتورهای مهمی می‌باشد که نقش عمده‌ای در ایجاد کمردرد شغلی دارد، به‌طوری‌که زنان در محیط‌های کاری درگیر بلند کردن بار، آسیب ناحیه کمری را بیش از دو برابر مردان تجربه می‌کنند (۱۱, ۱۲). شیوع کمردردها در آقایان ۷/۶ درصد بوده درحالی‌که در خانم‌ها ۱۱/۳ درصد می باشد که نشان دهنده شیوع بیشتر کمردرد در خانم‌ها نسبت به آقایان است (۱۳). از دلایل عمده این تفاوت می‌توان به قدرت بدنی، ابعاد آنتروپومتری و فیزیولوژیکی خانم‌ها اشاره کرد (۱۳, ۱۴). محققان ابزارها و حدود مجازی را تهیه و تدوین کرده‌اند که مشاغلی که احتمالاً دارای ریسک بالای آسیب‌های کمری هستند شناسایی شوند. هرچند که در رابطه با اعتبار و یا کارایی این روش‌ها تحقیقات گسترده‌ای صورت نگرفته است (۱۳). ابزارهای ارزیابی ریسک ابتلا به کمردردهای شغلی در عین حال که باید از نظر روش انجام ساده و راحت باشند، نیاز هست که از دقت کافی نیز برخوردار باشند (۱۵). برخی از این روش‌های ارزیابی علیرغم کاربرد فراوان دارای محدودیت‌هایی هستند. ارجمند و همکارانش در سال ۲۰۱۵ طی مطالعه‌ای نشان دادند که معادله ارائه شده NIOSH در تعیین ریسک آسیب‌های وارد بر ستون فقرات در مواردی که شامل خمش متوسط تا زیاد تنه است دقت کافی را ندارد (۱۶). همچنین مطالعه صالحی سهل آبادی و همکارانش در سال ۲۰۱۸ نشان داد که اگر فعالیت ماهیچه از ۷۰ درصد حداکثر انقباض ارادی عضله بیشتر باشد، مقادیر وزن موجود در جداول اسنوک که یکی از روش‌های ارزیابی بلند کردن دستی بار می‌باشد بایستی مجدداً موردبررسی قرار گیرند (۱۱). بر اساس حدود مجاز مواجهه شغلی در ایران، تعیین حدود مجاز بلند کردن بار برای مردان و زنان بر اساس چک لیست ایمنی و بهداشت صنعتی واشنگتن می‌باشد (۱۷). این روش بر موقعیت‌های عمودی و افقی دست، فرکانس و دوره بلند کردن بار تمرکز دارد (۶). در این دستورالعمل با استفاده از پارامترهای آنتروپومتریکی و زاویه چرخش تنه، حدود مجاز به‌دست‌آمده و با وزن بار خارجی بلند شده مقایسه می‌گردد. Russell و همکارانش در سال ۲۰۰۷، نتایج چندین روش ارزیابی بلند کردن دستی بار از جمله NIOSH، ACGIH TLV، Snook، ۳DSSPP و WISHA را مورد مقایسه قرار دادند. سطح ریسک به‌دست‌آمده از روش WISHA کم تا متوسط به دست آمد درحالی‌که روش‌های دیگر موردمطالعه، سطح ریسک را بالا نشان دادند (۱۲). این استاندارد برگرفته از جمعیت مردان و زنان آمریکایی است که از لحاظ نژاد، ابعاد آنتروپومتریکی و توانایی بدنی با جمعیت ایرانی متفاوت می‌باشند. نظر به اینکه این حدود به‌عنوان مرجع اصلی در گسترهٔ وسیعی از محیط‌های فعالیت زنان از جمله صنعت، درمان، خدمات و ... در ایران کاربرد دارند و از طرفی

تعیین کمیت نیروهای وارد بر کمر و نیز میزان تلاش ادراکی دریافت شده از سختی کار به‌عنوان یک معیار قابل‌قبول در ارزیابی حدود مجاز بلند کردن بار شناخته شده است، هدف از مطالعه حاضر بررسی قابلیت استفاده از مقادیر حد آستانه مجاز بلند کردن بار در زنان بر اساس معیارهای بیومکانیکی و سایکوفیزیکال می‌باشد. انتظار می‌رود نتایج مطالعه حاضر مشخص نماید که آیا مقادیر توصیه‌شده حدود مجاز بلند کردن دستی بار در ایران برای خانم‌ها از قابلیت اعتبار کافی برخوردار می‌باشد یا خیر؟

روش کار

۱-مشارکت‌کنندگان

مطالعه حاضر در سال ۱۳۹۹ در قالب یک مطالعه توصیفی-تحلیلی در محیط آزمایشگاهی طراحی و انجام شد. بر اساس مطالعات و پژوهش‌های مشابه انجام‌شده درزمینهٔ بلند کردن دستی بار در خانم‌ها (۱۸-۲۰)، ۱۰ کارگر زن با رنج سنی ۳۰-۲۰ سال که سابقه فعالیت بلند کردن دستی بار داشتند، انتخاب شدند. معیار ورود این افراد خانم‌های سالم و بدون هیچ‌گونه سابقه آسیب مزمن و حاد کمری بود. این مطالعه، توسط کمیته اخلاق دانشگاه علوم پزشکی جندی‌شاپور اهواز با کد اخلاق IR.AJUMS.REC.۱۳۹۸.۴۷۳ مورد تأیید قرار گرفته است.

۲-طراحی مطالعه و روش کار

در این مطالعه وظایف بلند کردن دستی بار بر اساس جداول مقادیر حد آستانه مجاز بلند کردن بار ارائه‌شده توسط وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی ایران طراحی شد (۱۷). از مجموع فرکانس‌های موجود در روش WISHA سه فرکانس ۱، ۳ و ۶ بار بر دقیقه انتخاب گردید. هر فرکانس با توجه به مدت‌زمان مشخص‌شده در این روش دارای یک ضریب فرکانسی می‌باشد که در وزن بار بلند شده ضرب و آن را تصحیح می‌کند. با تأثیر این ضرایب فرکانسی بر وزن‌های مجاز پیشنهادی روش WISHA، وظایف دارای وزن‌های کمتر از ۱۰ کیلوگرم جهت اجرای این مطالعه انتخاب شدند. همچنین در طراحی این مطالعه فعالیت‌های باربرداری در صفحه ساجیتال و به‌صورت متقارن انجام شد. درنهایت بر اساس موارد ذکرشده ۲۱ وظیفه بلند کردن بار طراحی شد. لذا برای انجام این مطالعه جعبه‌هایی با وزن‌های ۳، ۴، ۶، ۷، ۸، ۹ و ۱۰ کیلوگرم با دسته مناسب و ابعاد ۳۰cm ×۴۰cm×۲۲cm در نظر گرفته شد. در این مطالعه توالی وظایف مختلف برای هر فرد به‌صورت تصادفی در نظر گرفته شد و از شرکت‌کنندگان خواسته شد که جعبه‌ها را از مبدأ بلند کردن بار که شامل یک قفسه چهار طبقه قابل تنظیم بود بلند کرده و در مقصد با ارتفاع ثابت (ارتفاع کمر) قرار دهند (تصویر شماره ۱). فواصل عمودی قفسه‌ها از کف بر اساس ابعاد آنتروپومتریکی ارتفاع زانو، ارتفاع کمر، ارتفاع شانه و ارتفاع چشم به شرح ذیل تنظیم شد:

طبقهٔ اول: زیر زانو

طبقهٔ دوم: زانو تا کمر

طبقهٔ سوم: کمر تا شانه

طبقهٔ چهارم: بالای شانه

فواصل افقی موقعیت دست فرد نسبت به جعبه‌ها در مبدأ شامل: ۱۵-۰ سانتی‌متر (نزدیک)، ۲۵-۱۵ سانتی‌متر (متوسط) و بیش از ۲۵ سانتی‌متر (دور) بودند که با نوارهای رنگی بر روی زمین علامت‌گذاری شدند.

۳-ابزار و تجهیزات

در مطالعه حاضر جهت اندازه‌گیری زوایای لحظه‌ای تنه و تخمین دقیق‌تر نیروهای بیومکانیکی از یک دستگاه شیب‌سنج سه محوری الکترونیکی بی‌سیم (ساخت کشور آمریکا Microstrain, Williston,vt,) استفاده شد (تصویر شماره ۲). دقت و صحت این دستگاه در نمونه‌برداری از پوسچرهای کمر در مطالعات مختلف تأیید شده است (۲۱). از دستگاه استادیومتر جهت اندازه‌گیری قد و از ترازوی عقربه‌ای (seca مدل ۷۵۵) جهت اندازه‌گیری وزن استفاده شد.

جهت ثبت زاویه مرجع کمر، پس از قرار گرفتن دستگاه شیب‌سنج با استفاده از کمربند در ناحیه

شکل ۱: پوسچر فرد هنگام بلند کردن بار شکل

شکل ۲: تصویر دستگاه شیب‌سنج حین اندازه‌گیری

توراسیک، از افراد خواسته شد برای ۳۰ ثانیه در حالت ایستاده (بطوریکه بالاتنه کاملاً کشیده و راست باشد) قرار بگیرند. برای اطمینان از عدم جابجایی و تغییر مکان دستگاه در کیف و یا تغییر مکان کیف روی تنه افراد، پس از پایان نمونه‌برداری از فرد شرکت‌کننده خواسته شد به مدت ۳۰ ثانیه مستقیم و کشیده در حالت ایستاده قرار بگیرد و زاویه مرجع پایانی نیز ثبت گردد. پس از نصب و ثبت پوسچر مرجع از افراد خواسته شد تا وظایف طراحی‌شده بلند کردن بار را از ناحیه مبدأ به‌صورت آزادانه انجام دهند. به‌منظور تخمین نیروی فشاری و برشی، از نرم‌افزار ۳DSSPP دانشگاه میشیگان استفاده شد. دقت و کارایی این نرم‌افزار در مطالعات مختلف موردبررسی و تأیید قرار گرفته است (۱۲). این نرم‌افزار یک مدل بیومکانیکی استاتیکی است که نیروهای فشاری و برشی وارده به مفصل لومبوساکرال (L۵/S۱) را بر اساس پوسچر بدن و ابعاد آنتروپومتریکی محاسبه می‌کند؛ بنابراین در این مطالعه با وارد کردن اطلاعات آنتروپومتریکی و پوسچر اندام‌های مختلف که شامل زاویه تنه و زوایای اندام‌های بازو و پاها که به‌صورت مستقیم مشاهده می‌شود به همراه وزن بار خارجی (حدود مجاز)، میزان بارهای بیومکانیکی (بار فشاری و برشی) محاسبه شد.

جهت آنالیز سایکوفیزیکی وظایف باربرداری، پس از انجام هر وظیفه از شرکت‌کنندگان خواسته شد تا فشار

درک شده را بر اساس مقیاس Borg CR۱۰ از ۰ الی ۱۰ امتیاز گذاری کنند. این مقیاس شدت عمومی، سطح تلاش و درد را اندازه‌گیری می‌کند و مقیاس شماره ۱۰ بیانگر فعالیت به‌شدت سخت می‌باشد.

۴-آنالیز اطلاعات

آنالیز آماری داده‌های به‌دست‌آمده با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۲ صورت گرفت. وضعیت نرمال بودن داده‌های جمع‌آوری‌شده با استفاده از آزمون آماری Kolmogorov-Smirnov بررسی شد و با توجه به نرمال بودن داده‌ها از آزمون One Sample T-test جهت مقایسه نیروهای فشاری وارد بر کمر با حدود توصیه‌شده استفاده گردید.

یافته ها

۱-ویژگی‌های دموگرافیکی

ویژگی‌های جمعیت شناختی و آنتروپومتریکی افراد شرکت‌کننده در مطالعه در جدول شماره ۱ نشان داده شده است. از این اطلاعات جهت تعیین ارتفاع قفسه‌ها متناسب با ابعاد آنتروپومتریکی افراد استفاده شد. میانگین سن، قد و وزن مشارکت‌کنندگان به ترتیب ۲۵/۲ سال، ۱۵۹ سانتی‌متر و ۵۷/۳ کیلوگرم بود.

۲-تخمین نیروهای بیومکانیکی

جدول شماره ۲ زوایای تنه و نیروی فشاری و برشی را بر اساس وظایف طراحی‌شده در فواصل افقی و عمودی، فرکانس و وزن‌های مختلف نشان می‌دهد. بیشترین میانگین زاویه خمش (۹۹/۷۵ درجه) مربوط به وظیفه شماره ۶ و کمترین زاویه خمش مربوط به وظیفه شماره ۱۰ بوده است. ۴۷/۶۱ درصد وظایف دارای زاویه خمش بیش از ۲۰ درجه بوده‌اند. نتایج آزمون آماری نشان داد که نیروی فشاری وظایف شماره ۶، ۱۵، ۱۶، ۱۸، ۱۹ و ۲۰ تفاوت معناداری با حدود توصیه‌شده NIOSH دارد. از بین ۲۱ وظیفه انجام‌شده، بیشترین نیروی فشاری وارد بر کمر مربوط به وظیفه شماره ۲۰ معادل ۴۴۲۸/۲۰ نیوتن و کمترین آن مربوط به وظیفه شماره ۱۴ معادل ۹۶۵/۱۰ نیوتن تخمین زده شد. همچنین میانگین نیروی برشی وارد بر کمر در همهٔ وظایف کمتر از حد توصیه‌شده (۷۵۰ نیوتن) به دست آمد.

۳-تعیین میزان تلاش درک شده

جدول شماره ۳ میانگین میزان تلاش درک شده از هر یک از وظایف بلند کردن دستی بار را نشان می‌دهد. وظایف شماره ۱۸ و ۱۹ با میانگین امتیاز ۶ (بین سخت تا خیلی سخت) سنگین‌ترین و وظیفه شماره ۱۱ با میانگین امتیاز ۲ (آسان) سبک‌ترین وظیفه درجه‌بندی شدند. ۹/۵۲ درصد وظایف بین سخت تا خیلی سخت، ۳۳/۳۳ درصد وظایف سخت، ۹/۵۲ درصد وظایف حدوداً سخت، ۴۲/۸۵ درصد وظایف متوسط و ۴/۷۶ درصد وظایف آسان تعیین گردید.

جدول ۱: ویژگی‌های جمعیت شناختی و آنتروپومتریکی افراد شرکت‌کننده

متغیر	میانگین	کمترین	بیشترین
سن (سال)	۲۵/۲±۲/۷۸	۲۱	۲۹
سابقه کار (سال)	۲/۸±۰/۷۸	۲	۴
قد (سانتی‌متر)	۱۵۹±۴/۸۳	۱۴۹	۱۶۶
وزن (کیلوگرم)	۵۷/۳±۱۰/۰۳	۴۳	۷۴
ارتفاع زانو (سانتی‌متر)	۴۲/۱±۶/۸۹	۳۸	۴۴
ارتفاع کمر (سانتی‌متر)	۹۶/۴۰±۲/۵۴	۹۲	۱۰۱
ارتفاع شانه (سانتی‌متر)	۱۳۱/۳±۴/۸۶	۱۲۳	۱۳۶
ارتفاع چشم (سانتی‌متر)	۱۴۶/۲±۳/۸۶	۱۳۵	۱۵۲

جدول ۲: زوایای خمش تنه و تخمین نیروهای فشاری و برشی وارد بر کمر در مبدأ باربرداری

وظیفه	فرکانس	وزن بار	فاصله عمودی	فاصله افقی	زاویه خمش تنه		میانگین نیروی فشاری	میانگین نیروی برشی
					خمش به جلو	خمش به عقب		
۱	۶	۱۰	بالای شانه	>۲۵	۰/۶	-۱/۷۷	۲۳۷۵/۸۰	۱۱۸/۴
۲	۶	۹	بالای شانه	۱۵-۲۵	۱/۰۹	-۳/۷۶	۲۱۵۵/۴۰	۱۱۲/۱۰
۳	۶	۷	بالای شانه	>۲۵	۱/۱۰	-۴/۳۲	۱۷۶۵	۱۱۲/۷۰
۴	۶	۹	کمر تا شانه	>۲۵	۳۰	-۵/۹۰	۲۱۶۶	۱۶۵/۱۰
۵	۶	۹	زانو تا کمر	>۲۵	۷۲/۲۹	_	۳۳۴۹	۳۸۶/۹۰
۶	۶	۸	زیر زانو	>۲۵	۹۹/۷۵	_	*۳۵۵۵	۳۳۳/۲۰
۷	۶	۷	بالای شانه	۰-۱۵	۴/۳۸	-۱	۲۰۱۱	۱۲۸/۴۰
۸	۶	۴	بالای شانه	۱۵-۲۵	۴/۴۸	-۵/۸۶	۱۳۴۲	۱۱۲
۹	۱	۱۰	بالای شانه	>۲۵	۱/۷۵	-۴/۴۰	۲۳۶۵	۱۱۰
۱۰	۳	۹	بالای شانه	>۲۵	۰	-۳/۸۶	۲۱۲۲	۱۰۹/۴۰
۱۱	۶	۳	بالای شانه	>۲۵	۰/۳	-۴/۲۸	۹۸۹	۱۰۲/۳۰
۱۲	۶	۸	کمر تا شانه	۰-۲۵	۹	-۴/۰۵	۱۸۰۷	۱۳۷/۱۰
۱۳	۶	۶	کمر تا شانه	۱۵-۲۵	۰/۳۳	-۳/۰۸	۱۳۰۶	۱۱۹
۱۴	۶	۴	کمر تا شانه	>۲۵	۰/۵۷	-۳/۸۴	۹۶۵/۱۰	۱۰۹/۴۰
۱۵	۶	۱۰	زانو تا کمر	۰-۱۵	۶۷/۲۸	_	*۳۵۱۸/۷	۴۰۲/۸۰
۱۶	۶	۶	زانو تا کمر	۱۵-۲۵	۷۱/۳۳	_	*۳۴۲۱/۴۰	۳۹۴/۳۰
۱۷	۶	۴	زانو تا کمر	<۲۵	۷۰/۷۰	_	۲۳۹۳/۸۰	۲۸۹/۲۰
۱۸	۶	۸	زیر زانو	۰-۱۵	۹۰/۲۱	_	*۳۹۲۸/۹۰	۳۲۶/۴۰
۱۹	۶	۶	زیر زانو	۱۵-۲۵	۷۵/۹۶	_	*۳۵۶۸/۴۰	۲۷۹/۶۰
۲۰	۳	۱۰	زیر زانو	>۲۵	۸۶/۲۸	_	*۴۴۲۸/۲۰	۳۳۴/۷۰
۲۱	۶	۴	زیر زانو	>۲۵	۷۶/۱۷	_	۲۹۹۳	۲۴۵/۹۰

* تفاوت قابل‌توجه بین نیروی فشاری تخمینی و حد توصیه‌شده NIOSH (۳۴۰۰ نیوتن)

بحث

هدف از مطالعه حاضر بررسی قابلیت استفاده از مقادیر حد استاندارد باربرداری ایران در کارگران زن با رنج سنی ۳۰-۲۰ سال بود که این ارزیابی بر اساس معیارهای بیومکانیکی و سایکوفیزیکال در آزمایشگاه ارگونومی انجام شد. به‌طورکلی نتایج مطالعه حاضر نشان داد که بارهای فشاری وارد بر کمر برای برخی از وظایف طراحی‌شده بر اساس روش WISHA بیش‌ازحد توصیه‌شده NIOSH تخمین زده شد و بر اساس معیار Borg، انجام برخی از وظایف با توجه به شرایط بلند کردن بار، سخت و بین سخت تا خیلی سخت تعیین گردید. ارزیابی حدود مجاز بلند کردن بار به روش WISHA همانند معادله حمل بار دستی NIOSH یکی از متداول‌ترین ابزارهای مورداستفاده جهت ارزیابی ریسک ابتلا به کمردرد در میان کارگران می‌باشد و به‌عنوان یک راهنمای مفید می‌تواند به کاهش آسیب‌های کمری کمک کند. این روش بر اساس جمعیت افراد آمریکایی طراحی شده است و کاربردپذیری آن در نژادهای جمعیتی متفاوت مانند جمعیت ایرانی با توجه به فیزیولوژی، ابعاد آنتروپومتریکی متفاوت و غیره بحث‌برانگیز است. بر اساس نتایج مطالعه حاضر، نیروی فشاری تخمین زده شده برای وظایف بلند کردن دستی بار بر اساس استاندارد WISHA در برخی از شرایط بیش‌ازحد توصیه‌شده NIOSH (۳۴۰۰ نیوتن) می‌باشد. ازآنجایی‌که بین کمردرد و نیروهای بیومکانیکی وارد بر

جدول ۳: میانگین مقیاس بورگ وظایف طراحی‌شده

کد وظیفه	وزن (kg)	ارتفاع (cm)	فاصله افقی (cm)	فرکانس (بار بر دقیقه)	میانگین مقیاس بورگ
۱	۱۰	بالای شانه	>۲۵	۶	۵
۲	۹	بالای شانه	۱۵-۲۵	۶	۵
۳	۷	بالای شانه	>۲۵	۶	۳
۴	۹	کمر تا شانه	>۲۵	۶	۳
۵	۹	زانو تا کمر	>۲۵	۶	۵
۶	۸	زیر زانو	>۲۵	۶	۵
۷	۷	بالای شانه	۰-۱۵	۶	۴
۸	۴	بالای شانه	۱۵-۲۵	۶	۳
۹	۱۰	بالای شانه	>۲۵	۱	۳
۱۰	۹	بالای شانه	>۲۵	۳	۵
۱۱	۳	بالای شانه	>۲۵	۶	۲
۱۲	۸	کمر تا شانه	۰-۲۵	۶	۳
۱۳	۶	کمر تا شانه	۱۵-۲۵	۶	۳
۱۴	۴	کمر تا شانه	>۲۵	۶	۳
۱۵	۱۰	زانو تا کمر	۰-۱۵	۶	۵
۱۶	۶	زانو تا کمر	۱۵-۲۵	۶	۴
۱۷	۴	زانو تا کمر	>۲۵	۶	۳
۱۸	۸	زیر زانو	۰-۱۵	۶	۶
۱۹	۶	زیر زانو	۱۵-۲۵	۶	۶
۲۰	۱۰	زیر زانو	>۲۵	۳	۵
۲۱	۴	زیر زانو	>۲۵	۶	۳

کمر ارتباط مستقیمی وجود دارد و همچنین شدت کار به دلیل خطر آسیب‌های اسکلتی-عضلانی و اختلالات ناشی از عدم تطابق بین توانایی کارگر و نیازهای شغلی عامل مهمی می‌باشد، مقادیر حدود مجاز مورداستفاده ممکن است در تشخیص سطح ریسک کمردردهای شغلی در جمعیت موردمطالعه دقت کافی را نداشته باشند. حبیبی و همکارانش مشخص کردند که اختلالات اسکلتی-عضلانی چندعاملی هستند و فاکتورهایی مثل خمش تنه، فاصله بار از بدن حین بلند کردن بار و ارتفاع محل بلند کردن بار ازجمله متغیرهایی هستند که می‌توانند به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم باعث تشدید و یا ایجاد اختلالات اسکلتی-عضلانی در افرادی شوند که اصول ارگونومیکی را در حین کار رعایت نمی‌کنند (۲۲).

۱-نقش ابعاد آنتروپومتریکی

ابعاد آنتروپومتریکی به‌ویژه قد و وزن افراد یکی از فاکتورهای مهم و مؤثر در تخمین نیروهای بیومکانیکی وارد بر کمر می‌باشند. ازاین‌رو نقش مهمی در تعیین حدود مجاز بلند کردن دستی بار ایفا می‌کنند. مقادیر حدود مجاز در روش WISHA بر اساس جمعیت افراد آمریکایی به‌دست‌آمده است (۶). در مطالعه حاضر میانگین وزن بدن مشارکت‌کنندگان ۳/۰۳±۵۷/۱۰ کیلوگرم بوده که به صدک پنجاهم وزن کارگران زن ۶۰-۲۰ سالهٔ ایرانی که ۶۰ کیلوگرم است نزدیک می‌باشد (۷).

میانگین وزن بدن زنان ۲۰ سال و بالاتر آمریکایی ۷۰/۷ کیلوگرم می‌باشد (۲۳) که با مقایسه آن با وزن زنان ایرانی مشخص شد که به‌طور میانگین زنان ایرانی تقریباً ۱۰ کیلوگرم از زنان آمریکایی سبک‌تر هستند. این اختلاف زیاد بر میزان بارهای بیومکانیکی تأثیر مستقیم دارد. لذا استدلال می‌شود که میزان تحمل بارهای بیومکانیکی ممکن است در زنان آمریکایی نسبت به زنان ایرانی بیشتر و حدود مجاز بلند کردن بار برای زنان ایرانی و آمریکایی متفاوت باشد. طول قد افراد نیز یکی از فاکتورهای آنتروپومتریکی دیگر می‌باشد که می‌تواند نقش مهمی در شرایط باربرداری داشته باشد. میانگین طول قد زنان در مطالعه حاضر ۱۵۹ سانتی‌متر اندازه‌گیری شد که کمتر از صدک پنجاهم طول قد زنان آمریکایی ۲۰ الی ۲۹ سال (۱۶۳ سانتی‌متر) می‌باشد (۲۳). لذا، علیرغم اختلاف موجود در طول قد زنان آمریکایی و ایرانی، با توجه به این‌که ارتفاع قفسه‌ها متناسب با طول قد افراد و نواحی توصیه‌شده در استاندارد تنظیم شد، این فاکتور تأثیری در میزان نیروهای بیومکانیکی نداشته است.

۲-ارزیابی بارهای بیومکانیکی

۲-۱-بار خارجی: نتایج مطالعه حاضر نشان داد میانگین نیروی فشاری برای وظایف شماره ۶، ۱۵، ۱۶، ۱۸، ۱۹ و ۲۰ بالاتر از حد استاندارد توصیه‌شده (۳۴۰۰ نیوتن) است. یکی از دلایل این امر می‌تواند وزن بالای بار خارجی (۶، ۸ و ۱۰ کیلوگرم) برای وظایف فوق باشد، بدیهی است که با افزایش وزن بار، نیروی اعمال‌شده بر ستون فقرات نیز بیشتر خواهد شد. Jones و همکارانش که به بررسی نیازهای فیزیکی وظایف شغلی در زنان شاغل کانادا پرداختند، نیروهای فشاری و برشی ناشی از بلند کردن بار را در وظیفهٔ فروشنده به ترتیب ۸۶۶۰/۴ و ۷۵۲ نیوتن، در وظیفهٔ پیشخدمت ۷۶۴ و ۲۲۲/۸۵ نیوتن و در وظیفهٔ آشپزخانه، ۴۰۷۶/۸ و ۵۲۱/۸ نیوتن اندازه‌گیری کردند (۲۴) که بالاتر از بیشترین نیروی فشاری و برشی به‌دست‌آمده در وظایف مطالعهٔ کنونی می‌باشد. علت اختلاف در نیروهای فشاری و برشی در دو مطالعه می‌تواند در این باشد که در مطالعه ذکرشده وزن بار خارجی ۷۲/۵۷، ۵/۷۵ و ۲۳ کیلوگرم بود که در مقایسه با وزن‌های مورداستفاده در مطالعه حاضر بسیار بیشتر می‌باشد. Kim و همکارانش طی مطالعه حمل دستی بار در کشاورزان مسن کره جنوبی به این نتیجه رسیدند که بلند کردن بارهای خارجی با وزن کمتر از ۱۰ کیلوگرم برای زنان محدودهٔ ایمن می‌باشد و بارهای خارجی بیش از ۱۰ کیلوگرم باعث تخمین نیروهای بیومکانیکی بالاتر از ۳۴۰۰ نیوتن می‌شود (۲۵).

۲-۲-فاصله دسترسی افقی: فاصله دسترسی افقی ۲۵ سانتی‌متر به‌عنوان فاصله افقی ایمن در بلند کردن بار تعیین‌شده است. بر اساس توصیه سازمان NIOSH فاصله افقی بار از بدن برای فعالیت‌های بلند کردن بار، ۲۵ سانتی‌متر از بدن می‌باشد و هرچه این فاصله بیشتر شود میزان گشتاور و بارهای وارد بر کمر بیشتر می‌شود (۲۶, ۲۷). وظایف شماره ۶ و ۲۰ دارای فاصله افقی بیش از ۲۵ سانتی‌متر بودند لذا ممکن است که فاصله افقی نیز در افزایش نیروهای مکانیکی نقش داشته باشد. نتایج مطالعه Ciriello بر روی کارگران خانم شاغل در صنایع نشان داد که افزایش فاصلهٔ دسترسی افقی از ۱۷ به ۳۸ سانتی‌متر، منجر به کاهش حداکثر وزن قابل‌قبول بلند کردن بار از ۲۲ به ۱۸ درصد می‌شود (۲۰).

۲-۳-ارتفاع بلند کردن بار: پوسچرهای کمر با زاویه بیش از ۲۰ درجه همراه با چرخش تنه، احتمال ریسک ایجاد آسیب‌های اسکلتی-عضلانی را افزایش می‌دهد (۲۸). در این مطالعه میانگین زاویه فلکشن تنه برای وظایف شماره ۴، ۵، ۶، ۱۵، ۱۶، ۱۷، ۱۸، ۱۹، ۲۰ و ۲۱ بیش از ۲۰ درجه اندازه‌گیری شد. در این وظایف پوسچرهای نامناسب به دلیل فاصله عمودی محل قرارگیری بار می‌تواند سبب افزایش زاویه فلکشن تنه شود. لذا می‌توان نتیجه‌گیری کرد که پوسچرهای نامناسب به همراه وزن بار خارجی بالا ممکن است علت افزایش نیروی فشاری وارد بر مهره L۵/S۱ برای ۱۰ وظیفه مذکور باشد. نتایج مطالعه حاضر نشان داد که بیشترین زاویه فلکشن مربوط به وظیفه بلند کردن شماره ۶ و ۱۸ می‌باشد. در این

وظایف قرار دادن بار در ارتفاع زیر زانو منجر به ایجاد بیشترین زاویه فلکشن در ناحیه تنه شده است. با توجه به فرکانس بلند کردن بار و تکرار فلکشن کمر، احتمال آسیب جدی به کمر برای این وظایف محتمل می‌باشد (۲۹). همچنین طی مطالعهٔ مرشدی و همکارانش با هدف تحلیل نیروهای بیومکانیکی وارد بر کمر در کمک بهیاران خانم نیز مشاهده شد که با افزایش خمش تنه به جلو در ردیف‌های با ارتفاع پایین، میزان نیروی فشاری وارد بر مهره L۵/S۱ نسبت به ردیف‌های با ارتفاع بالاتر به‌طور معناداری افزایش داشته است و به‌عنوان یکی از ریسک فاکتورهای افزایش بارهای بیومکانیکی شناسایی شد که احتمال ابتلا به کمردرد را بیشتر می‌کند (۳۰). مطالعه Wu بر روی زنان چینی نشان می‌دهد که حداکثر وزن قابل‌قبول بلند کردن بار با افزایش زوایای تنه کاهش پیدا می‌کند (۱۹).

۳-میزان تلاش ادراکی

مطالعات مختلف نشان داده است که استفاده از روش تعیین میزان تلاش ادراکی جهت پایش میزان سختی کار وظایف می‌تواند ابزاری معتبر، مطمئن و آسان باشد (۳۱, ۳۲). با توجه به نتایج مطالعه حاضر، میزان تلاش ادراکی برای وظایف بلند کردن بار شماره ۱۸ و ۱۹ سنگین‌ترین تعیین شد. علت بالا بودن میزان تلاش ادراکی برای این دو وظیفه می‌تواند بالا بودن فرکانس حمل بار (۶ بار بر دقیقه) و بلند کردن بار در ارتفاع زیر زانو باشد. همچنین از بین وظایف بلند کردن بار که در ارتفاع زیر زانو انجام شده‌اند، کمترین امتیاز مربوط به وظیفه بلند کردن بار شماره ۲۱ با امتیاز متوسط بوده که احتمالاً به دلیل وزن پایین بار خارجی (۴ کیلوگرم) می‌باشد. در یک مطالعه، Hattori و همکارانش در ژاپن به بررسی اثر وزن جعبه، موقعیت عمودی و تقارن بر ظرفیت بلند کردن و رتبه‌بندی ذهنی در زنان ژاپنی پرداختند. آن‌ها نشان دادند که امتیاز درک ذهنی برای وظایف بلند کردن بار با وزن ۱۵ کیلوگرم تفاوت معناداری با وظایف بلند کردن بار با وزن ۱۰ کیلوگرمی دارد و ارتفاع بلند کردن بار تأثیر چشمگیری بر مقیاس بورگ دارد (۳۳) همچنین Sevene و همکارانش در سال ۲۰۱۹ به این نتیجه دست یافتند که با افزایش وزن بار خارجی، تلاش ادراکی و میزان ضربان قلب افزایش پیدا می‌کند (۳۴). در مطالعه حاضر با افزایش فرکانس از ۱ به ۶ بار بر دقیقه امتیاز بورگ افزایش می‌یافت که با نتایج مطالعه wu در سال ۲۰۰۳ و همچنین Maiti در سال ۲۰۰۴ که در آن‌ها با افزایش فرکانس، میزان تلاش ادراکی در زنان به‌صورت چشمگیری افزایش پیدا می‌کرد مطابقت داشت (۱۸, ۱۹).

نتیجه گیری

به‌طورکلی نتایج مطالعه حاضر نشان داد که بارهای فشاری تخمین زده‌شده، تقریباً برای ۲۸/۵۷ درصد از وظایف بلند کردن بار طراحی‌شده بر اساس چک‌لیست حمل بار WISHA بیش‌ازحد توصیه‌شده NIOSH می‌باشد. همچنین بر اساس معیار سایکوفیزیکی Borg، بیش از ۵۰ درصد از وظایف باربرداری، سخت و سخت تا خیلی سخت طبقه‌بندی شدند. لذا می‌توان نتیجه‌گیری کرد که حدود مجاز بلند کردن بار در ایران، ممکن است از قابلیت کافی جهت حفاظت زنان در برابر آسیب‌های بیومکانیکی در حین بلند کردن بار برخوردار نباشد و معیار مناسبی جهت قضاوت‌های بهداشتی و قانونی مرتبط با فعالیت‌های بلند کردن بار در میان زنان شاغل نباشد؛ بنابراین لازم است دستورالعمل‌های در نظر گرفته‌شده در خصوص فعالیت‌های بلند کردن دستی بار با در نظر گرفتن ویژگی‌های آنتروپومتریکی و بیومکانیکی زنان ایرانی به‌صورت مطالعه کامل و جامعی بازنگری و اصلاح گردد.

محدودیت‌ها و پیشنهادات مطالعه حاضر

۱. این مطالعه به‌صورت پایلوت در آزمایشگاه انجام شده و لازم است جهت انجام تحقیقات گسترده‌تر در خصوص بازنگری این استاندارد، حجم نمونه بزرگ‌تر با

تنوع نژادی و رده‌های سنی متفاوت در میان خانم‌های ایرانی انتخاب گردد.

۲. در مطالعه حاضر از معیارهای سایکوفیزیکی و بیومکانیکی استفاده شد درحالی‌که به‌منظور مشخص نمودن ظرفیت‌های فیزیولوژیکی افراد برای وظایف باربرداری لازم است معیارهای فیزیولوژیکی نیز در مطالعات بعدی موردبررسی قرار گیرند.

تشکر و قدردانی

این مطالعه با حمایت مالی معاونت محترم تحقیقات و فناوری دانشگاه علوم پزشکی جندی‌شاپور اهواز با کد طرح U-۹۸۱۳۶ انجام شده است. نویسندگان این مقاله از همکاری خانم‌های مشارکت‌کننده در این طرح که امکان اجرای این پژوهش را فراهم نمودند، قدردانی و تشکر می‌نمایند.

REFERENCES

1. Katz JN. Lumbar disc disorders and low-back pain: socioeconomic factors and consequences. J Bone Joint Surg. 2006;88:21-4.
2. Punnett L, Prüss-Ütün A, Nelson DI, Fingerhut MA, Leigh J, Tak S, et al. Estimating the global burden of low back pain attributable to combined occupational exposures. Am J Ind Med. 2005;48(6):459-69.
3. Odole AC, Akinpelu AA, Adekanla BA, Obisanya OB. Economic burden of low back pain on patients seen at the outpatient physiotherapy clinics of secondary and tertiary health institutions in Ibadan. J Nig Soc Physiother. 2011;18(1-2):43-8.
4. March L, Smith EU, Hoy DG, Cross MJ, Sanchez-Riera L, Blyth F, et al. Burden of disability due to musculoskeletal (MSK) disorders. Best Pract Res Clin Rheumatol. 2014;28(3):353-66.
5. Hoogendoorn WE, Bongers PM, De Vet HC, Douwes M, Koes BW, Miedema MC, et al. Flexion and rotation of the trunk and lifting at work are risk factors for low back pain: results of a prospective cohort study. Spine. 2000;25(23):3087-92.
6. Dreischarf M, Shirazi-Adl A, Arjmand N, Rohlmann A, Schmidt H. Estimation of loads on human lumbar spine: A review of in vivo and computational model studies. J Biomech. 2016;49(6):833-45.
7. Boocock M, Naudé Y, Taylor S, Kilby J, Mawston G. Influencing lumbar posture through real-time biofeedback and its effects on the kinematics and kinetics of a repetitive lifting task. Gait posture. 2019;73:93-100.
8. Arsalani N, Fallahi-Khoshknab M, Josephson M, Lagerström M. Musculoskeletal disorders and working conditions among Iranian nursing personnel. International Journal of Occupational Safety and Ergonomics. 2014;20(4):671-80.
9. Mehrdad R, Dennerlein JT, Haghighat M, Aminian O. Association between psychosocial factors and musculoskeletal symptoms among Iranian nurses. American journal of industrial medicine. 2010;53(10):1032-9.
10. Mohseni-Bandpei MA, Fakhri M, Bargheri-Nesami M, Ahmad-Shirvani M, Khalilian AR, Shayesteh-Azar M. Occupational back pain in Iranian nurses: an epidemiological study. British Journal of Nursing. 2006;15(17):914-7.
11. Shahriyari M, Afshari D, Latifi SM. Physical workload and musculoskeletal disorders in back, shoulders and neck among welders. Int J Occup Saf Ergon. 2018;23.
12. Russell SJ, Winnemuller L, Camp JE, Johnson PW. Comparing the results of five lifting analysis tools. Appl Ergon. 2007;38(1):91-7.
13. Nourollahi-Darabad M, Mazloumi A, Saraji GN, Afshari D, Foroushani AR. Full shift assessment of back and head postures in overhead crane operators with and without symptoms. J Occup Health. 2018 Jan;60(1):46-54.
14. Martinez R, Assila N, Goubault E, Begon M. Sex differences in upper limb musculoskeletal biomechanics during a lifting task. Appl Ergon. 2020 Jul 1;86:103106.
15. Latifi M, Kord S. The effect of trunk flexion angle and anthropometric dimensions on the accuracy of the allowable weight limits in pilot study. Iran Occup Health. 2018;14(6):78-87.
16. Arjmand N, Amini M, Shirazi-Adl A, Plamondon A, Parnianpour M. Revised NIOSH Lifting Equation May generate spine loads exceeding recommended limits. Int J Ind Ergon. 2015;47:1-8.

17. Occupational exposure limits. 2016:223-4.
18. Maiti R, Ray G. Manual lifting load limit equation for adult Indian women workers based on physiological criteria. Ergonomics. 2004;47(1):59-74
19. Wu S-P. Maximum acceptable weights for asymmetric lifting of Chinese females. Appl Ergon. 2003;34(3):215-24.
20. Ciriello VM. The effects of container size, frequency and extended horizontal reach on maximum acceptable weights of lifting for female industrial workers. Appl Ergon. 2007;38(1):1-5.
21. Amasay T, Zodrow K, Kincl L, Hess J, Karduna A. Validation of tri-axial accelerometer for the calculation of elevation angles. Int J Ind Ergon. 2009;39(5):783-9.
22. Vijaywargiya A, Bhiwapurkar MK, Thirugnanam A. Ergonomics Evaluation of Manual Lifting Task on Biomechanical Stress in Symmetric Posture. Int J Occup Saf Health. 2022 Jun 27;12(3):206-14.
23. McDowell MA, Fryar CD, Ogden CL, Flegal KM. Anthropometric reference data for children and adults: United States, 2003–2006. Natl Health Stat Report. 2008;10(1-45):5.
24. Jones T, Strickfaden M, Kumar S. Physical demands analysis of occupational tasks in neighborhood pubs. Appl Ergon. 2005;36(5):535-45.
25. Kim I, Lee K-S, Kim K-R, Chae H-S, Kim S. Ergonomic Assessment for Manual Materials Handling of Livestock Feed by Elderly Farmers in Korea. Journal of the Ergonomics Society of Korea. 2015;34(3):279-91.
26. Potvin JR. Comparing the revised NIOSH lifting equation to the psychophysical, biomechanical and physiological criteria used in its development. Int J Ind Ergon. 2014;44(2):246-52.
27. Singh N, Belokar RM, Walia RS. Physiological evaluation of manual lifting task on Indian male workers. Int J Eng Adv Tech. 2012;2(1):8-16.
28. Namwongsa S, Puntumetakul R, Neubert MS, Chaiklieng S, Boucaut R. Ergonomic risk assessment of smartphone users using the Rapid Upper Limb Assessment (RULA) tool. PloS one. 2018;13(8):e0203394.
29. Swain CT, Pan F, Owen PJ, Schmidt H, Belavy DL. No consensus on causality of spine postures or physical exposure and low back pain: A systematic review of systematic reviews. J Biomech. 2020 Mar 26;102:109312.
30. Morshedi R, Boazar M, Afshari D. Biomechanical analysis of manual lifting of loads and ergonomics solutions for nursing assistants. Iranian Journal of Ergonomics. 2015;3(1):17-24.
31. Jakobsen MD, Sundstrup E, Persson R, Andersen CH, Andersen LL. Is Borg's perceived exertion scale a useful indicator of muscular and cardiovascular load in blue-collar workers with lifting tasks? A cross-sectional workplace study. Eur J Appl Physiol. 2014;114(2):425-34.
32. Riebe D, Ehrman JK, Liguori G, Magal M, Medicine ACoS. ACSM's guidelines for exercise testing and prescription: Wolters Kluwer; 2018.
33. Hattori Y, Ono Y, Shimaoka M, Hiruta S, Shibata E, Ando S, et al. Effects of box weight, vertical location and symmetry on lifting capacities and ratings on category scale in Japanese female workers. Ergonomics. 2000;43(12):2031-42.
34. Sevene TG, DeBeliso M, Harris C, Berning J, Climstein M, Adams KJ. Cardiovascular and Psychophysical Response to Repetitive Lifting Tasks in Women. J Lifestyle Med. 2019;9(2):125.