Iran Occupational Health

Original Article

Iran Occupational Health. 2020 (12 Dec);17:54.

http://ioh.iums.ac.ir

Estimation of compression load on the low back based on compression-normalized surface electromyography(CNEMG) among construction workers

Maryam Nourollahi-Darabad, Department of Occupational Health Engineering, Faculty of Public Health, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran.

Davood Afshari, (*Corresponding author), Department of Occupational Health Engineering, Faculty of Public Health, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran Medical Sciences, Ahvaz, Iran. davodafi@yahoo.com

Gholam Abbas Shirali, Department of Occupational Health Engineering, Faculty of Public Health, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran.

Abstract

Background and aims: Work-related musculoskeletal disorders are an important cause of disability and absence from work among construction workers. Working tasks in construction industry often involve substantial time in awkward postures and manual materials handling, and these types of exposures are thought to be related to musculoskeletal injuries. Awkward postures and manual materials handling increase muscle activity that is in turn related to spinal moments and spinal load. Back pain among construction workers has a high prevalence compared to other jobs. Based on qualitative studies, numerous risk factors are involved in the development of back pain. Portable electromyography (EMG) instrumentation can make practical, high-resolution assessments of physical exposures for a long duration time. The present study was conducted to evaluate prevalence of musculoskeletal disorders and the compressions loads on the low back using a method called compression-normalized EMG (CNEMG). CNEMG is a direct measurement method which allows for measurement of spinal compression in workstations where traditional biomechanical methods, such as video analysis, are not possible.

Methods: The frequency of musculoskeletal discomfort was assessed during an interview by an evaluator using the standardized Nordic musculoskeletal questionnaire. This questionnaire included two sections. The first part addressed demographic characteristics, and the second one included questions about musculoskeletal discomfort experienced during the past year. This study was conducted on 30 workers of various professions of building construction (rod busters, mason, stonemason, and manual material handling workers) in Ahvaz city, Iran. In this study, to estimate the compression loads on the back, the surface electromyography technique was used. EMG data were collected in real time using a portable EMG measurement unit (Mega M3000P4 Mega Electronics, Finland) and downloaded to a computer. EMG signals were collected from 30 workers and transformed into units of low back compressive force (Newtons) using MATLAB software. Analysis and interpretation of data were determined based on amplitude probability distribution function. The mean, peak CNEMG as well as the percentage of work time spent above 3400 N and 6800 N thresholds were calculated. The arithmetic mean of the CNEMG signal (in N) was calculated separately for each of the jobs and Amplitude

Keywords

Spinal loads

Back pain

EMG

Musculoskeletal disorder

Compression force

Received: 2019-04-27

Accepted: 2020-02-17

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-11-22]

probability distribution function (APDF) was calculated from the CNEMG signals. Peak, median and static CNEMG levels as well as the percentage of work time spent above 3400 N and 6800 N thresholds were calculated. All statistical analyses were performed using SPSS 20 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) at 0.05 level . The Kolmogorov-Smirnov test was used to examine the normality of the distribution of data and the Shapiro-Wilk test was used for further confirmation. All data were tested to be normally distributed. Therefore, the ANCOVA test was used to compare the compressive loads and estimated exposure time between the four occupational groups with demographic factors (including age, height, weight and work experience).

Results: Results showed that 68٪ of workers in last year had claimed one of musculoskeletal disorders in their workplaces. The most prevalent symptoms were in the body regions of back (75٪), shoulders (60٪), and wrist (65٪) in the past 12 months. Complaints of the back and elbow were the most often reported among the stonemason and manual materials handling workers during work, whereas lower arm/wrist and upper leg complaints were the most often reported among the mason. The highest and lowest mean of compression pressure (50th percentile) was estimated among the manual material handling workers and masons, respectively. There was a significant difference between the compressive loads on the back among different occupational groups ($p < 0.05$). Stonemasonry workers and manual material handling workers had significantly more exposure time to compression loads over 3400 N, compared to the armature assemblers ($p < 0.05$). Mean time spent above the 3400 N threshold was 13٪ for all workers; stonemason had the greatest time above this threshold at 21٪, while masons had the least at 2٪. Stonemason also had the most time spent above the 6800 N threshold at 7٪; masons had the least at 0.06٪.

Conclusion: The aim of this study was to identify the prevalence of work related musculoskeletal disorders and estimating the compression loads during work among construction workers. In the present study, a high prevalence of MSD was among construction workers in four different construction-related jobs, rod busters, mason, stonemason, and manual material handling. The majority of MSDs were perceived as work-related by the manual material handling workers. Musculoskeletal disorders work-related in construction workers have been reported 77٪ which is almost similar the prevalence reported in this study. By comparing the prevalence of MSDs in general population and construction workers, previous studies reported that the probability of workers for an outcome of MSD are twice or more, which that requires strategy development for prevention and control. The findings of present study showed that a high prevalence of musculoskeletal disorders among construction workers working in Iran. These findings are consistent with the previous study conducted in Iran where the prevalence of musculoskeletal disorders in building construction workers was reported as high as 76.2٪. Findings show the highest prevalence of low back pain in construction workers which is consistent with results of many other studies. One of the significant strengths of this study was the use of a long-duration sampling strategy, which is rarely used in field-based ergonomics research. The direct measurement of the posture provides accurate quantitative measurements for estimating exposure to work-related physical risk factors. Direct measurement methods enable the most precise measurements of prolonged exposure to postures, movements, and repetitions as compared to observational or self-report methods. The biomechanical evaluation results of this study showed that the compression load on the back of the workers in various construction jobs was high, especially since these workers spend

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-11-22]

considerable time performing manual material handling tasks and in awkward postures and such exposures are known to be related to both spinal load and back injury. Studies have shown that the risk factors of posture and force are directly related to compressive load and lumbar injuries. In general, according to the findings, it seems that with the implementation of administrative (reducing the work time and rotate the tasks of lifting and carrying) and engineering controls (use of proper mechanical devices and maintenance of transport equipment), the risk factors contributing to the development of back disorders can be controlled.

Conflicts of interest: None

Funding: None

How to cite this article:
Maryam Nourollahi-Darabad, Davood Afshari, Gholam Abbas Shirali. Estimation of compression load on the low back based on compression-normalized surface electromyography(CNEMG) among construction workers. Iran Occupational Health. 2020 (12 Dec)17:54.

*This work is published under CC BY-NC-SA 3.0 licence

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-11-22]

سلامت کار ایران
دوره ۱۷ - ۵۴/۱۳۹۹
مقاله پژوهشی
http://ioh.iums.ac.ir

تخمین نیروی فشاری وارد بر کمر کارگران ساختمانی بر اساس تکنیک الکترومیوگرافی سطحی

مریم نوراللهی درآباد: استادیار، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکدهٔ بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی جندی‌شاپور اهواز، اهواز، ایران
داود افشاری: (* نویسنده مسئول) دانشیار، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکدهٔ بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی جندی‌شاپور اهواز، اهواز، ایران. davodafi@yahoo.com
غلامعباس شیرالی: دانشیار، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکدهٔ بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی جندی‌شاپور اهواز، اهواز، ایران.

چکیده

زمینه و هدف: کمردرد در میان کارگران ساختمان‌سازی در مقایسه با مشاغل دیگر شیوع زیادی دارد. براساس مطالعات کیفی ریسک‌فاکتورهای متعددی ازجمله نیرو، پوسچرهای نامطلوب و حرکات تکراری در ایجاد کمردرد نقش دارند. این مطالعه با هدف بررسی میزان شیوع مشکلات اسکلتی ـ عضلانی و ارزیابی بار فشاری وارد بر کمر برمبنای تکنیک الکترومیوگرافی سطحی نرمالیزه‌شده انجام شد. روش الکترومیوگرافی سطحی نرمالیزه‌شده تکنیک ارزیابی مستقیم در سنجش ریسک‌فاکتورهای بیومکانیکی بوده که دقت آن نسبت به تکنیک‌های دیگر، مثل روش‌های مشاهده‌ای قلم و کاغذ و فیلم‌برداری، بیشتر است.

روش بررسی: این مطالعه بر روی ۳۰ نفر از کارگران مشاغل مختلف ساختمان‌سازی (آرماتوربند، بنّا، سنگ‌کار، حمل‌ونقل مصالح) در شهر اهواز و در سال ۱۳۹۷ انجام شد. در این مطالعه، شیوع اختلالات اسکلتی ـ عضلانی با استفاده از پرسش‌نامهٔ نوردیک تعیین گردید. به‌منظور تخمین بارهای فشاری وارد بر کمر از تکنیک الکترومیوگرافی سطحی استفاده شد و پردازش سیگنال‌ها به کمک نرم‌افزار متلب و آنالیز و تفسیر داده‌ها براساس دامنهٔ توزیع احتمالی تعیین گردید. به‌منظور مقایسهٔ بارهای فشاری وارد بر کمر و همچنین زمان مواجهه با حدود توصیه‌شدهٔ نایوش (۳۴۰۰ نیوتن) در بین گروه‌های مختلف شغلی از آزمون تحلیل کوواریانس استفاده شد.

یافته ها: نتایج مطالعهٔ حاضر نشان داد بیش از ۶۸٪ کارگران ساختمانی در طول یک سال گذشته از اختلالات اسکلتی ـ عضلانی شکایت داشتند. بیشترین علائم اسکلتی ـ عضلانی در نواحی کمر (۷۵٪)، شانه‌ها (۶۰٪) و مچ دست (۶۵٪) گزارش شده است. شکایت‌ها از نواحی کمر و آرنج‌ها بیشتر در میان کارگران سنگ‌بری و حمل‌ونقل دستی بار بود و بیشترین شکایت‌ها در نواحی مچ دست و پاها در میان کارگران آرماتوربند و بنّاها ثبت گردید. بیشترین و کمترین میانگین بار فشاری (صدک ۵۰) به‌ترتیب در میان کارگران حمل‌ونقل مصالح و کارگران بنا تخمین زده شد. نتایج آزمون آماری نشان داد تفاوت معناداری در بارهای فشاری وارد بر کمر و همچنین زمان مواجههٔ کارگران با حدود مجاز در بین گروه‌های مختلف شغلی وجود دارد ($p<0/05$). کارگران سنگ‌بری و حمل‌ونقل مصالح بین ۲۵ تا ۳۰٪ از زمان مواجهه بیش از ۳۴۰۰ نیوتن بار فشاری را در ناحیهٔ کمر تحمل می‌کنند. کارگران سنگ‌بری و حمل‌ونقل مصالح به‌طور معناداری زمان بیشتری در مواجهه با بارهای فشاری بیش از ۳۴۰۰ نیوتن در مقایسه با کارگران آرماتوربند و سنگ‌بری بودند ($p<0/05$).

نتیجه گیری: از ویژگی‌های عمدهٔ این مطالعه استفاده از تکنیک ارزیابی مستقیم در تعیین ریسک‌فاکتورهای بیومکانیکی در شرایط طبیعی محیط کار بوده که در مقایسه با تکنیک‌های سنتی از دقت و صحت بیشتری برخوردار است. نتایج ارزیابی بیومکانیکی این پژوهش بیان کرد بارهای فشاری وارد بر کمر کارگران در مشاغل و وظایف مختلف ساختمان‌سازی، به‌ویژه در میان کارگران حمل‌ونقل مصالح ساختمانی، بالا بوده و در مقایسه با حدود مجاز نایوش برخی از مشاغل به‌دلیل ماهیت کاری، در مواجهه با ریسک‌فاکتورهای اصلی و متعدد اختلالات اسکلتی ـ عضلانی هستند. لذا به‌منظور پیشگیری از کمردردهای مزمن و حاد نیاز به کنترل‌های مدیریتی (کاهش مدت زمان و چرخشی کردن وظایف حمل‌ونقل دستی) و فنی‌مهندسی (استفاده از ابزارهای مکانیکی مناسب و تعمیر و نگه‌داری تجهیزات حمل‌ونقل) است.

تعارض منافع: *گزارش نشده است.*

منبع حمایت کننده: *ندارد.*

کلیدواژه‌ها

الکترومیوگرافی سطحی

کمردرد

اختلالات اسکلتی ـ عضلانی

بارهای بیومکانیکی

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۲/۰۷

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۱۱/۲۸

شیوه استناد به این مقاله:

Maryam Nourollahi-Darabad, Davood Afshari, Gholam Abbas Shirali. Estimation of compression load on the low back based on compression-normalized surface electromyography(CNEMG) among construction workers. Iran Occupational Health. 2020 (12 Dec)17:54.

*انتشار این مقاله به صورت دسترسی آزاد مطابق با CC BY-NC-SA 3.0 صورت گرفته است

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-11-22]

مقدمه

اختلالات اسکلتی ـ عضلانی مرتبط با کار عمده‌ترین عامل ازدست رفتن زمان کار و افزایش هزینه‌ها و آسیب‌های انسانی نیروی کار به‌شمار می‌آید. (۱) کمردرد مشکلی رایج در جمعیت عمومی محسوب می‌شود و بین ۸۰ تا ۸۵٪ افراد در دنیا در طول زندگی روزمرهٔ خود کمردرد را تجربه کرده‌اند. (۲) آسیب‌های کمری ناشی از شغل هم یکی از شایع‌ترین مشکلات اسکلتی ـ عضلانی در جوامع کارگری به‌شمار می‌آید و عامل مهمی در ایجاد ناتوانی عملکردی برای فرد بوده و موجب ضررهای سنگین اقتصادی می‌شود. براساس تحقیقات انجام‌شده، ۱۷/۶٪ از جوامع کارگری دچار آسیب‌های کمری می‌شوند و این مسئله در افرادی که در محیط‌های کاری عهده‌دار بار کاری فیزیکی[1] بالایی هستند، افزایش می‌یابد. در این افراد، میزان ناراحتی در ناحیهٔ کمر ۴۷٪ گزارش شده است. (۳) براساس نتایج مطالعه‌ای مروری که به‌تازگی درخصوص شیوع اختلالات اسکلتی ـ عضلانی در میان کارگران ایرانی انجام شد، مشخص گردید که بیشترین شیوع این نوع اختلالات در ناحیهٔ کمر و زانو بوده است. (۴)

میزان شیوع کمردرد با توجه به نوع و ماهیت مشاغل متفاوت است. براساس گزارش آژانس اروپایی ایمنی و بهداشت کار در سال ۲۰۱۰، مشاغل کشاورزی، ساخت‌وساز، تولیدی، هتل‌داری، بهداشت و رفاه اجتماعی و معدن جزو کارهای با میزان بالای شیوع اختلالات اسکلتی ـ عضلانی هستند. (۵) صنعت ساختمان‌سازی ازجمله مشاغلی است که در آن اغلب کارها با استفاده از دست انجام می‌شود و حمل‌ونقل دستی بار نیز یکی از وظایف مهم کارگران در این شغل است. پوسچرهای نامناسب کاری، حرکات تکراری در اندام‌های فوقانی و نیروی بیش‌ازحد ازجمله ریسک‌فاکتورهای عمده و اصلی در ایجاد آسیب‌های اسکلتی ـ عضلانی در مشاغل ساختمانی شناخته شده است. (۶) به همین دلیل ریسک ابتلا به اختلالات اسکلتی ـ عضلانی در صنعت ساختمان‌سازی زیاد است (۷)؛ به‌طوری که در یکی از تحقیقات، میزان شیوع اختلالات اسکلتی ـ عضلانی در کارگران ساخت‌وساز نسبت به کارگران صنایع دیگر تقریباً ۱۶٪ بیشتر گزارش شده است. (۸)

براساس مطالعه‌ای که مؤسسهٔ بهداشت و ایمنی تایوان در سال ۱۹۹۷ بر روی کارگران ساختمان‌سازی انجام داد، مشخص گردید که ۹۷٪ از کارگران علائم اختلالات اسکلتی ـ عضلانی را طی ۱۲ ماه گذشته تجربه کرده‌اند و بیشترین شیوع آسیب‌ها مربوط به کمر بوده است. (۹) نتایج مطالعات داخل کشور نیز نشان می‌دهد بیشترین شیوع اختلالات اسکلتی ـ عضلانی در میان کارگران ساختمانی در ناحیهٔ کمر بوده است. (۱۰ـ۱۲)

از آنجایی که روش‌های شناسایی ریسک‌فاکتورهای ارگونومیکی مهم‌ترین نقش را در پیشگیری از اختلالات اسکلتی در محیط کار ایفا می‌کنند، ضروری است به این مهم توجه ویژه‌ای شود. در میان روش‌های ارزیابی ریسک‌فاکتورهای بیومکانیکی، روش‌های مختلفی مانند مشاهدهٔ مستقیم، روش ذهنی (خودگزارشی) و تکنیک‌های دستگاهی وجود دارد که هرکدام مزایا و معایبی دارد. ازجمله معایب عمدهٔ روش‌های ذهنی و مشاهده‌ای عدم دقت و صحت کافی است؛ درحالی که تکنیک‌های دستگاهی، مانند استفاده از الکترومیوگرافی سطحی، علی‌رغم داشتن هزینهٔ بیشتر، نسبت به تکنیک‌های مشاهده‌ای در شناسایی ریسک‌فاکتورهای بیومکانیکی از دقت و صحت کافی برخوردار است. (۱۳) با توجه به شیوع بالای اختلالات اسکلتی ـ عضلانی و به‌خصوص کمردرد در میان کارگران ساختمانی و همچنین از آنجایی که تاکنون بررسی‌های انجام‌شده درخصوص ارزیابی و شناسایی ریسک‌فاکتورهای مرتبط با اختلالات اسکلتی ـ عضلانی در میان کارگران ساختمان ایرانی با تکنیک‌های مشاهده‌ای (قلم و کاغذ) بوده و صرفاً جنبهٔ کیفی داشتند (۱۳)، بنابراین در مطالعهٔ حاضر با استفاده از الکترومیوگرافی سطحی به ارزیابی بارهای وارد بر کمر کارگران ساختمانی در مشاغل مختلف ساختمانی پرداخته شد تا با شناسایی دقیق و جامع ریسک‌فاکتورهای مؤثر در این مشاغل، استراتژی مناسبی به‌منظور پیشگیری از آسیب‌های اسکلتی ـ عضلانی به‌کار گرفته شود.

روش بررسی

پژوهش حاضر مطالعهٔ مقطعی بوده که در شهر اهواز و در سال ۱۳۹۷ انجام شد. مشارکت‌کنندگان در این پژوهش شامل کارگران ساختمانی در یک مجتمع ساختمان‌سازی بود که داوطلبانه در این تحقیق مشارکت کردند. این پژوهش در دو مرحله در مشاغل مختلف ساختمان‌سازی انجام شد. مشاغل ساختمان‌سازی مورد بررسی شامل

1 . Workload Physical

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-11-22]

آرماتوربند، بنا، سنگ‌کار و حمل‌ونقل مصالح بود. در مرحلهٔ اول، میزان شیوع اختلالات اسکلتی ـ عضلانی در ۱۲ ماه گذشته با استفاده از پرسش‌نامهٔ نوردیک بررسی شد. در مرحلهٔ دوم، فعالیت الکتریکی عضلهٔ الکترواسپاین در ناحیهٔ لومبار کمر با کمک الکترومیوگرافی سطحی ارزیابی شد و بار فشاری وارد بر کمر محاسبه گردید.

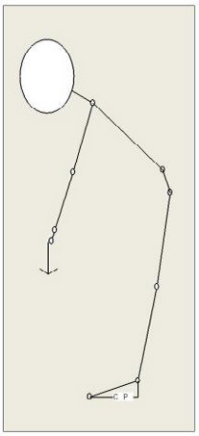
در مطالعهٔ حاضر، ۳۰ کارگر ساختمانی که مسئولیت و وظایف متفاوتی داشتند، انتخاب شدند و پس از تشریح مراحل انجام مطالعه و امضای رضایت‌نامهٔ کتبی در مطالعه شرکت کردند. افراد شرکت‌کننده به‌ترتیب ۷ بنّا، ۱۰ کارگر حمل‌ونقل مصالح، ۷ سنگ‌بر و ۶ آرماتوربند بودند. معیارهای ورود به مطالعه نداشتن سابقهٔ اختلالات اسکلتی ـ عضلانی و جراحی در اندام تحتانی و کمر بود.

مرحلهٔ اول: تعیین شیوع اختلالات اسکلتی ـ عضلانی

در این مطالعه، به‌منظور تعیین شیوع اختلالات اسکلتی ـ عضلانی در ۱۲ ماه گذشته از پرسش‌نامهٔ نوردیک نسخهٔ فارسی استفاده شد که در مطالعات قبلی دقت و صحت آن تأیید شده بود. (۱۴) بخش اول این پرسش‌نامه شامل اطلاعات دموگرافیک بود و بخش دوم آن سؤالاتی دربارهٔ علائم اختلالات اسکلتی ـ عضلانی در ۱۲ ماه گذشته را دربرمی‌گرفت که به‌صورت حضوری و از طریق سؤال از کارگران تکمیل شد.

مرحلهٔ دوم: الکترومیوگرافی سطحی و تخمین بار فشاری

برای ثبت سیگنال فعالیت الکتریکی عضلهٔ ارکتو اسپاین در ناحیهٔ لومبار کمر، از دستگاه الکترومیوگرافی سطحی هشت‌کانالهٔ مجهز به data-log (MEGA-ME6000) استفاده شد. حساسیت ثبت ولتاژ بین ۱۰۰ تا ۲۰۰ میکروولت در محدودهٔ فرکانسی ۱۵ تا ۴۵۰ هرتز بود و فرکانس نمونه‌برداری ۱۰۰۰ هرتز درنظر گرفته شد. برای جلوگیری از به‌وجود آمدن نویز و اختلال در اندازه‌گیری پارامترهای مورد نظر ابتدا موهای ناحیهٔ مورد نظر تراشیده و سپس پوست ناحیهٔ مورد نظر با استفاده از الکل تمیز شد. پس از آماده‌سازی محل نصب الکترودها، یک جفت الکترود صفحه‌ای ثابت با فاصلهٔ بین الکترودی ۲ سانتی‌متر و قطر ۱۰ میلی‌متر بر روی عضلهٔ ارکتور اسپاین سمت راست و چپ در ۳ سانتی‌متر طرفی برجستگی خاری مهره در سطح L4/L5 نصب گردید. الکترود زمین نیز بر روی زائدهٔ استویلوئید مچ دست راست نصب شد. (۱۵) برای ثابت نگه داشتن الکترودها در طول آزمایش و فعالیت‌های



شکل ۱ـ پوسچر رفرنس به‌منظور فرایند نرمالیزاسیون در تکنیک CNEMG

میدانی، علاوه‌بر چسب دوطرفهٔ مخصوص الکترودها، از چسب‌های لکوپلاست نیز استفاده شد.

به‌منظور نرمالیزاسیون و تعیین نیروی فشار وارد بر دیسک بین‌مهره‌ای چهارم و پنجم کمر با استفاده از تکنیک الکترومیوگرافی سطحی نرمال‌شده، با فرض اینکه ارتباط بین فعالیت الکتریکی ماهیچهٔ ارکتور اسپاین با نیرو وجود دارد، فعالیت الکتریکی عضلات برحسب میکرو ولت و برمبنای یک پوسچر و بار خارجی مشخص تعیین گردید؛ به‌طوری که از داوطلبان خواسته شد با ایجاد فلکشن ۴۵ درجه در کمر که با استفاده از یک گونیامتر فلزی تعیین گردید، به مدت ۵ ثانیه جعبه‌ای با وزن ۱۱،۵ کیلوگرم را با هر دو دست نگه دارند. این فرایند ۲ بار به مدت ۵ ثانیه تکرار شد (شکل ۳ـ۶) و بین هر بار از فرایند نرمالیزاسیون ۲ دقیقه استراحت درنظر گرفته شد. (۱۵) پس از ثبت سیگنال‌های الکترومیوگرافی، ریشهٔ میانگین مجموع مربعات فعالیت الکتریکی (RMS) عضلات راست و چپ ارکتو اسپاین به‌عنوان مبنای نرمالیزاسیون درنظر گرفته شد و تمام سیگنال‌های الکترومیوگرافی به‌دست‌آمده برای هر فرد در طول هر وظیفه نسبت به این مبنا نرمالیزه شد.

تخمین بار فشاری

میزان بار فشاری برای پوسچر رفرنس از طریق نرم‌افزار دانشگاه میشگان 3DSSPP برای هر داوطلب تخمین زده شد. دقت و کارایی این نرم‌افزار در مطالعات مختلف بررسی و تأیید شده است. (۱۶) این نرم‌افزار که توسط دانشگاه میشگان تهیه شده، به‌منظور تخمین نیروهای فشاری و برشی در شرایط استاتیکی استفاده می‌شود. اطلاعات ورودی برای این نرم‌افزار شامل وزن و قد افراد و همچنین

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-11-22]

جدول ۱ـ ویژگی‌های دموگرافیکی کارگران ساختمان‌سازی

شغل	تعداد	سن	وزن	قد	مدت زمان کار روزانه	سابقهٔ کار
بنّا	۷	۳۰(۴)	۸۰(۷/۵)	۱۷۰(۴)	۷	۵.۷(۴)
حمل‌ونقل مصالح	۱۰	۲۹(۵)	۵۷(۹/۸)	۱۶۰(۵)	۶	۶(۳/۶)
سنگ‌بری	۷	۳۶(۶)	۷۳(۵/۶)	۱۷۴(۶/۵)	۷	۸(۳)
آرماتوربند	۶	۳۰(۳)	۷۸(۶/۴)	۱۷۱(۴)	۸	۳(۲)

زوایای تنه و وزن بار خارجی است. یکی از خروجی‌های این نرم‌افزار تخمین نیروهای مکانیکی وارد بر مهرهٔ چهارم و پنجم و مقایسه با حدود توصیه‌شدهٔ نایوش است.

فرایند نرمالیزاسیون بار فشاری با استفاده از الکترومیوگرافی سطحی هم‌زمان با ثبت پوسچر رفرنس ثبت سیگنال‌های فعالیت الکتریکی عضلهٔ ارکتو اسپاین ناحیهٔ لومبار نیز ثبت شد و با استفاده از رابطهٔ ۱ و با توجه به نیروی فشاری تخمین‌زده برای پوسچر رفرنس و همچنین سیگنال‌های ثبت‌شده در حین فعالیت‌های کاری، میزان نیروی فشاری تخمین زده شد.

$$CNEMG=\left(\frac{Compression\,load\,(N)}{\text{Average Refrence Posture EMG}\,(rms)(V)}\right)\times (EMG_{rms})$$

CNEMG = نیروی فشاری تخمین زده‌شده از در حین فعالیت طریق الکترومیوگرافی سطحی نرمال‌شده

Compression load (N) = بار فشاری وارد بر مهرهٔ چهارم و پنجم کمر برای پوسچر رفرنس

Average Reference Posture EMG = میانگین مقدار مؤثر ولتاژ عضلهٔ راست و چپ در پوسچر رفرنس

EMG_{rms} = میانگین مقدار مؤثر سیگنال‌های الکترومیوگرافی در حین فعالیت

تجزیه و تحلیل و پردازش داده‌ها

پس از ثبت سیگنال‌های الکترومیوگرافی کارگران در بخش‌های مختلف ساختمان‌سازی، اطلاعات توسط کابل مخصوص به کامپیوتر منتقل شد و سیگنال‌ها با نرم‌افزار متلب مورد پردازش قرار گرفت و نیروی فشاری وارد بر مهرهٔ چهارم و پنجم کمر برمبنای دامنهٔ توزیع احتمالی (APDF)[1] تعیین شد. طبق تعریف به‌ترتیب صدک ۱۰، ۵۰ و ۹۰ دامنهٔ توزیع احتمالی بیانگر نیروی حداقل، نیروی متوسط و حداکثر نیروی فشاری است. (۱۷)

درنهایت نتایج به‌دست‌آمده با حد مجاز نایوش (۳۴۰۰ نیوتن) مقایسه شد.

تجزیه و تحلیل آماری

تمام آزمون‌های آماری با استفاده از نرم‌افزارSPSS (نسخهٔ ۲۲) انجام شد. به‌منظور بررسی و مقایسهٔ بارهای فشاری تخمین‌زده‌شده در مشاغل مختلف ساختمانی، ابتدا توزیع نرمال بارهای فشاری و زمان مواجههٔ تخمین‌زده‌شده با استفاده از آزمون کلموگروف ـ اسمیرنوف بررسی شد و نتایج نشان داد تمام داده‌ها دارای توزیع نرمال هستند. برای مقایسهٔ بارهای فشاری و زمان مواجههٔ تخمین‌زده‌شده بین چهار گروه شغلی با کنترل فاکتورهای دموگرافیکی (شامل سن، قد، وزن و سابقهٔ کار)، از آزمون تحلیل کوواریانس (ANCOVA) استفاده گردید. سطح معناداری ۰،۰۵ انتخاب شد.

یافته‌ها

مرحلهٔ اول: تعیین شیوع اختلالات اسکلتی ـ عضلانی

در این مطالعه، ۳۰ کارگر ساختمانی در مشاغل مختلف شرکت کردند. جدول ۱ میانگین و انحراف معیار ویژگی‌های دموگرافیک و آنتروپومتریک افراد مورد مطالعه را در مشاغل ساختمانی مورد بررسی نشان می‌دهد. شیوع اختلالات اسکلتی ـ عضلانی در هر چهار شغل مورد بررسی بسیار بالا بود. نتایج نشان داد بیشترین شیوع اختلالات اسکلتی ـ عضلانی در کارگران سنگ‌بری وجود دارد و بیشترین شیوع ناراحتی در میان تمام کارگران شرکت‌کننده در مطالعه در ناحیهٔ کمر گزارش شده است. کمترین ناراحتی اظهارشده در میان تمام کارگران در ناحیهٔ ران بود (جدول ۲).

مرحلهٔ دوم الکترومیوگرافی و تخمین بار فشاری

میانگین بار فشاری و همچنین درصد زمان مواجهه با حدود توصیه‌شدهٔ نایوش در جدول ۳ ارائه شده است.

1 . Amplitude Probability Distribution Function

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-11-22]

جدول ۲ـ درصد شیوع اختلالات اسکلتی ـ عضلانی در میان کارگران ساختمان در ۱۲ ماه گذشته (۳۰ نفر)

متغیر	بنّا	حمل‌ونقل مصالح	سنگ‌بری	آرماتوربند
کمر	۷۰(۴/۶۶)	۷۶(۵/۶)	۸۴(۷/۶)	۷۳/۳(۵/۱۶)
گردن	۶۶(۴/۹۸)	۴۸(۴/۳۸)	۷۴(۵/۸)	۶۶/۷(۷/۱۶)
بازوی راست	۴۶/۶۷(۵/۰۷)	۵۶/۴۷(۷/۲)	۶۵/۵(۴/۶)	۷۱/۷(۶/۲)
بازوی چپ	۳۶/۶۷(۴/۹)	۴۴/۴۰(۶/۸)	۵۶ (۶/۵)	۶۶/۶۷(۴/۷)
آرنج راست	۴۳/۳۳(۵/۳)	۳۳/۳۳(۳/۹)	۶۳/۷(۷/۵)	۶۵/۶(۴/۵)
آرنج چپ	۳۶/۶۷(۳/۷۹)	۲۵/۳(۲/۵)	۵۶/۲(۴/۹)	۵۳/۳(۳/۵)
مچ راست	۶۲(۴/۶۶)	۵۷(۴)	۷۲(۶/۵)	۶۸(۵/۰۷)
مچ چپ	۵۴(۴/۵)	۴۷(۷/۵)	۵۷(۵/۵)	۵۵(۴/۱۴)
ران	۴۷ (۷/۰۶)	۲۵(۳/۲)	۲۸ (۶)	۳۹ (۶)
پاها	۶۵(۴/۶۲)	۴۵(۵/۴)	۵۵(۶/۸)	۶۷(۳/۱۲)
زانوها	۶۷(۴/۴)	۵۴(۳/۵)	۷۱(۴)	۷۳ (۸/۵)

نتایج پژوهش نشان داد بیشترین و کمترین میانگین بار فشاری (صدک ۵۰) تخمین‌زده‌شده به‌ترتیب در میان کارگران حمل‌ونقل مصالح و کارگران بنّاست. حداکثر بار فشاری به‌ترتیب در میان کارگران سنگ‌بری، حمل‌ونقل مصالح، آرماتوربند و بنّا تخمین زده شد. نتایج آزمون آماری (ANCOVA) نشان داد بین میانگین بار فشاری تخمین‌زده‌شده و حدود مجاز نایوش (۳۴۰۰ نیوتن) بین چهار گروه شغلی ساختمان‌سازی تفاوت معناداری وجود دارد ($p<۰/۰۵$). در بین مشاغل ساختمانی، میزان بار فشاری در کارگران سنگ‌بری و حمل‌ونقل مصالح به‌طور معناداری بیشتر از کارگران بنّا و آرماتوربند بود.

از نظر درصد زمان مواجهه با حدود مجاز نایوش، نتایج نشان داد میزان بار فشاری تخمین‌زده‌شده در

کارگران بنّا و آرماتوربند برای بیش از ۹۰٪ از زمان مواجهه کمتر از حدود مجاز نایوش است (۳۴۰۰ نیوتن)؛ درحالی که کارگران سنگ‌بری و حمل‌ونقل مصالح بین ۲۵ تا ۳۰٪ از زمان مواجهه بیش از ۳۴۰۰ نیوتن بار فشاری را در ناحیهٔ کمر خود تحمل می‌کنند. علاوه‌بر این، کارگران سنگ‌بری و حمل‌ونقل مصالح تقریباً ۲۰٪ از زمان انجام کار خود را در مواجهه با بار فشاری بین ۳۴۰۰ تا ۶۸۰۰ نیوتن هستند. میزان بار فشاری از نظر درصد زمانی مواجهه در مقایسه با حدود مجاز نایوش در بین چهار گروه شغلی به‌طور معناداری متفاوت بود ($p<۰/۰۵$). نتایج آزمون آماری (t-test) نشان داد کارگران سنگ‌بری و حمل‌ونقل مصالح به‌صورت معناداری زمان بیشتری در مواجهه با بارهای فشاری بیش از ۳۴۰۰ نیوتن در مقایسه با کارگران آرماتوربند و سنگ‌بری بودند ($p<۰/۰۵$) (جدول ۳).

بحث و نتیجه‌گیری

در این تحقیق، در مرحلهٔ اول شیوع اختلالات اسکلتی ـ عضلانی در ۱۲ ماه گذشته در میان مشاغل ساختمانی شامل بنّا، حمل‌ونقل مصالح، سنگ‌بری و آرماتوربند بررسی شد. در تمام مشاغل مورد بررسی بیشترین میزان شیوع این اختلالات در ناحیهٔ کمر بود. در مرحلهٔ دوم مطالعه، پس از الکترومیوگرافی سطحی و پردازش سیگنال‌ها، بار فشاری وارد بر کمر کارگران تخمین زده شد. نتایج آزمون آماری نشان داد میانگین بار فشاری تخمین‌زده‌شده در بین چهار گروه شغلی به‌طور معناداری متفاوت است و در مقایسه با یکدیگر بیشترین بار فشاری وارد بر کمر به‌ترتیب در میان کارگران حمل‌ونقل مصالح و سنگ‌بری تخمین زده شد. دلیل اصلی این تفاوت وجود بار خارجی و پوسچرهای نامناسب بود.

مطالعات انجام‌شده در میان کارگران ساختمانی نشان داده است که بیشترین درصد اختلالات اسکلتی ـ عضلانی مربوط به کمر است. (۴، ۱۰، ۱۳) نتایج مطالعهٔ حاضر بیانگر آن بود که بیشترین درصد شیوع اختلالات اسکلتی ـ عضلانی در میان کارگران ساختمان به‌ترتیب در ناحیهٔ کمر و مچ دست است. هاو و همکاران نیز در مطالعه‌ای به بررسی اختلالات اسکلتی ـ عضلانی در کارگران ساختمان‌سازی پرداختند و دریافتند که ۹۷٪ از کارگران علائم اختلالات اسکلتی ـ عضلانی را در طی ۱۲

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-11-22]

جدول ۳ـ نتایج اندازه‌گیری بار فشاری و زمان مواجههٔ تخمین‌زده‌شده براساس تکنیک الکترومیوگرافی سطحی نرمالیزه‌شده در مشاغل ساختمان‌سازی (۳۰ نفر)

متغیرها	مشاغل	انحراف‌معیار±میانگین	کمینه	بیشینه	F	p-value
صدک ۱۰	بنّا	۶۵۴ ± ۷۷	۵۵۰	۷۸۰	۰/۳۶	۰/۵۵
	آرماتوربند	۶۸۱ ± ۱۴۰	۴۸۰	۸۵۰		
	حمل‌ونقل مصالح	۸۲۲ ± ۹۳*	۶۸۰	۹۷۰		
	سنگ‌بری	۸۴۵ ± ۱۶۸*	۵۵۰	۱۱۰		
صدک ۵۰	بنّا	۱۷۶۷ ± ۲۴۰	۱۴۲۰	۲۱۰۰	۱۱.۵	/۰۰۲†
	آرماتوربند	۱۹۸۸ ± ۳۰۹	۱۶۰۰	۲۴۰۰		
	حمل‌ونقل مصالح	۲۴۴۵ ± ۳۶۸*،**	۱۸۵۰	۳۱۰۰		
	سنگ‌بری	۲۲۱۴ ±۳۹۲*،***	۱۶۵۰	۲۶۵۰		
صدک ۹۰	بنّا	۳۷۲۵ ± ۳۸۸	۳۱۰۰	۴۴۰۰	۲/۸	۰/۱۱
	آرماتوربند	۳۸۲۵ ± ۶۵۶	۲۸۷۰	۴۶۰۰		
	حمل‌ونقل مصالح	۴۲۳۵ ± ۶/۲**	۳۳۰۰	۵۲۰۰		
	سنگ‌بری	۴۳۸۲ ± ۴۷۲*،**	۳۷۵۰	۵۱۰۰		
درصد زمان مواجهه با حدود مجاز نایوش						
≤ ۳۴۰۰ نیوتن	بنّا	۹۲ ± ۳	۸۷	۹۵	۵/۳	/۰۲۹†
	آرماتوربند	۹۱ ± ۲/۷	۸۷	۹۵		
	حمل‌ونقل مصالح	۷۳ ±۴/۸*،**	۶۴	۸۱		
	سنگ‌بری	۶۷ ± ۷/۵*،**	۵۸	۷۷		
نیوتن ۶۸۰۰-۳۴۰۰	بنّا	۵ ± ۱	۴	۷	۳۲	/۰۰۰†
	آرماتوربند	۸ ± ۲	۷	۱۰		
	حمل‌ونقل مصالح	۱۸ ± ۲/۶*،**	۱۴	۲۳		
	سنگ‌بری	۲۱ ± ۴*،**	۱۶	۲۷		
> ۶۸۰۰	بنا	۰	۰	۰	۱۰/۷	/۰۰۳†
	آرماتوربند	۰	۰	۰		
	حمل‌ونقل مصالح	۴/۳ ± ۱/۶*،**	۲	۷		
	سنگ‌بری	۷ ± ۲*،**	۵	۱۱		

† اختلاف معنادار متغیرهای بار فشاری و درصد زمانی مواجهه بین چهار گروه شغلی با استفاده از آنالیز واریانس یک‌طرفه (p<۰/۰۵)

*اختلاف معنادار میانگین بار فشاری و درصد زمانی مواجهه بین کارگران بنّا با کارگران حمل‌ونقل مصالح، آرماتوربند و سنگ‌بری (آزمون t-test)

** اختلاف معنادار میانگین بار فشاری و درصد زمانی مواجهه بین کارگران حمل‌ونقل مصالح با آرماتوربند و سنگ‌بری (آزمون t-test)

*** اختلاف معنادار میانگین بار فشاری و درصد زمانی مواجهه بین کارگران آرماتوربند با سنگ‌بری (آزمون t-test)

ماه گذشته تجربه کرده‌اند و نیز ۸۷٪ از کارگران آجرچین دچار کمردرد شده‌اند. ریسک‌فاکتورهای شناخته‌شده در این مطالعه پوسچرهای نامطلوب، حرکات تکراری در اندام‌های درگیر با کار و همچنین حمل‌ونقل بارهای سنگین بود. (۱۸) نتایج بررسی رزکرانس و همکاران نشان داد نسبت بالای شیوع اختلالات اسکلتی ـ عضلانی در میان کارگران صنعت ساختمان‌سازی به‌دلیل پوسچرهای بدنی نامطلوب حین کار و پوسچرهای استاتیک است. (۱۹) قنبری و حبیبی در مطالعهٔ خود مشخص کردند ریسک ابتلا به اختلالات اسکلتی ـ عضلانی در کارگران ساختمان‌سازی بالا بوده و شرایط و محیط کار در صنعت ساختمان‌سازی عامل اصلی شیوع بالای اختلالات اسکلتی ـ عضلانی به‌شمار می‌رفته است. (۲۰) بنابراین با توجه به اینکه تمام آسیب‌های اسکلتی ـ عضلانی پایه و اساس بیومکانیکی دارند و از سه متغیر شامل نیروی اعمال‌شده، مدت زمان مواجهه با استرس مکانیکی یا مدت زمان اعمال نیرو و سرانجام پوسچر عضو یا بدن هنگام کار اثر می‌پذیرند (۲۱)، ضروری است که در هنگام بررسی ریسک‌فاکتورهای مهم بر آسیب اسکلتی ـ عضلانی، این سه متغیر مورد بررسی قرار گیرند. لذا در مطالعهٔ حاضر

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-11-22]

سعی شد با ارزیابی بیومکانیکی بارهای وارد بر کمر در حین انجام کار، آسیب‌های اسکلتی ـ عضلانی در صنعت ساختمان‌سازی با جزئیات بیشتری بررسی شود.

با توجه به نتایج مطالعهٔ حاضر، بیشترین درصد شیوع کمردرد در میان کارگران سنگ‌بری و حمل‌ونقل مصالح گزارش شد. برخی از ریسک‌فاکتورها مانند پوسچرهای نامناسب کاری و همچنین حرکات تکراری در اندام‌های فوقانی مانند کمر، بازوها و مچ دست در میان کارگران ساختمانی ممکن است بسیار مشاهده شود. علاوه‌بر پوسچرهای نامطلوب، وجود بارهای خارجی سنگین در برخی از مشاغل ساختمانی مانند سنگ‌بری یا حمل مصالح وجود دارد که ممکن است دلیل اصلی شیوع زیاد این‌دست اختلالات در این مشاغل باشد. نتایج ارزیابی بیومکانیکی پژوهش حاضر نشان داد میزان بار فشاری در مشاغلی که به نیروی بیشتری جهت بلند کردن بار خارجی نیاز دارند، زیاد است. در مطالعات انجام‌شده اثبات شده است دو فاکتور اصلی پوسچر و بار یا نیروی خارجی با میزان بار فشاری و آسیب‌های کمری ارتباط مستقیم دارد. (۱۵، ۲۲) نتایج بررسی تسک و همکاران در یک مطالعهٔ میدانی با هدف تخمین بار فشاری و تجمعی با استفاده از تکنیک الکترومیوگرافی سطحی در ۵ صنعت سنگین نشان داد کارگران شاغل در صنایع چوب و ساختمان‌سازی به‌ترتیب بار فشاری بیشتری را در طول یک شیفت کاری تجربه می‌کنند. (۲۳)

به‌طور کلی برمبنای نتایج ارزیابی بارهای فشاری وارد بر کمر، در همهٔ مشاغل ساختمانی، حداکثر نیروی تخمین‌زده‌شده بیش از حدود توصیهٔ نایوش (۳۴۰۰ نیوتن) بوده است. بااینکه در مشاغل بنّایی و آرماتوربندی مواجههٔ کارگران با بار خارجی کم است، بار فشاری تخمین‌زده‌شده در تراز بالایی قرار دارد که یکی از دلایل اصلی بالا بودن این تخمین، ممکن است پوسچرهای نامناسب در ناحیهٔ کمر برای دورهٔ طولانی‌مدت در حین فعالیت کارگران باشد. مطالعات تصدیق کرده‌اند که پوسچرهای نامطلوب کمر می‌تواند بر بارهای فشاری و برشی وارد بر کمر اثرات نامطلوبی داشته باشد؛ به‌طوری که بخش عمده‌ای از بار فشاری ارتباط مستقیم با پوسچرهای تنه دارد. (۲۴ـ۲۷) یافته‌های پژوهش پانته و همکاران نیز نشان داد بین مواجههٔ شغلی با پوسچرهای نامطلوب تنه و آسیب‌های کمری ارتباط مثبت و قوی وجود دارد. (۲۸) محققان اظهار کرده‌اند با افزایش یک‌نواخت انحراف کمر در تمامی صفحات، نیروی فشاری افزایش می‌یابد. بیشترین نیروی فشاری بر اثر فلکشن کمر به‌سمت جلو و به‌دلیل ایجاد گشتاور ایجادشده در ناحیهٔ لومبار به‌وجود می‌آید. (۲۹) براساس مطالعهٔ کالاگاه و همکاران، بیشترین تأثیر در تغییرپذیری بار فشاری وارد بر کمر، میزان زوایای فلکشن و لترال کمر است. نیروهای فشاری مکرر در ترازهای زیر بیشینه ممکن است باعث ایجاد ترک در صفحهٔ انتهایی دیسک‌ها شود؛ از این رو با افزایش و تکرار فلکشن رو به جلو، احتمال آسیب جدی به کمر افزایش می‌یابد. (۳۰) بنابراین زمان مواجهه نیز فاکتور مهمی در افزایش بارهای وارد بر سیستم اسکلتی ـ عضلانی است.

برمبنای نتایج برخی تحقیقات نیز، درصد زمان مواجهه با بارهای بیومکانیکی نقش بسیار مهمی در تعیین و توسعهٔ آسیب‌های کمری دارد. (۲۷، ۳۱) از نظر تسک و همکاران، تخمین بالای بار فشاری در صنایع ساختمان‌سازی جای تعجب ندارد؛ چراکه کارگران در این صنایع زمان زیادی را صرف حمل‌ونقل دستی بار همراه با فلکشن‌های بیش‌ازحد در ناحیهٔ تنه می‌کنند. (۲۳) نتایج مطالعهٔ حاضر نشان داد در میان کارگران آرماتوربند و بنّا از نظر مواجههٔ زمانی، میزان بار فشاری تخمین‌زده‌شده برای بیش از ۹۰٪ از زمان انجام کار، کمتر از حدود مجاز نایوش تعیین گردیده است؛ درحالی که کارگران سنگ‌بری و حمل‌ونقل مصالح مجبورند بین ۲۵ تا ۳۰٪ از زمان انجام کار خود را با بار فشاری بیش از حدود مجاز نایوش سپری کنند. آزمون‌های آماری نیز تفاوت معناداری را از نظر مواجههٔ زمانی با بار فشاری بیش از حد توصیه‌شده بین کارگران بنّایی و آرماتوربند با کارگران سنگ‌بری و حمل‌ونقل مصالح نشان دادند. درواقع این شرایط نشان می‌دهد این گروه از کارگران با توجه به میزان بار فشاری بالا و همچنین درصد زمانی مواجههٔ بیشتر از حدود مجاز، ممکن است به‌واسطهٔ بارهای تجمعی بیشتر در معرض کمردردهای شغلی قرار بگیرند.

با توجه به نتایج مطالعهٔ حاضر مشخص گردید که کارگران مشاغل مختلف صنعت ساختمانی در معرض آسیب‌های جدی در ناحیهٔ کمر هستند و ریسک‌فاکتورهای بار خارجی و مواجههٔ طولانی‌مدت با پوسچرهای نامطلوب به‌عنوان ریسک‌فاکتورهای اصلی، منجر به آسیب و توسعهٔ کمردرد در کارگران ساختمانی می‌شوند. در برخی از مشاغل، کارگران در معرض بارهای فشاری بیش از حد توصیه‌شدهٔ نایوش برای مدت زمان بیشتری بودند که لازم

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-11-22]

است در این زمینه کنترل‌های مدیریتی از نظر مواجههٔ زمانی که شامل کاهش مدت زمان کار و چرخشی کردن وظایف حمل‌ونقل دستی است، لحاظ شود. همچنین به کنترل‌های مهندسی ازجمله استفاده از ابزارهای مکانیکی مناسب و همچنین تعمیر و نگه‌داری تجهیزات حمل‌ونقل دستی بار در بین کارگران ساختمانی توجه ویژه‌ای مبذول شود.

محدودیت‌های مطالعه

درنظر گرفتن یک جفت عضله جهت تخمین بار ممکن است نشانگر میزان فعالیت واقعی عضلات بر اثر فلکشن‌های مکرر نباشد. همان‌طور که در تحقیقات قبلی اظهار شد، عضلات دیگر مثل عضلات مورب داخلی و خارجی شکمی، به‌عنوان عضلات اکستانسور، سهم تعیین‌کننده‌ای درمقابل بار خارجی و به‌خصوص پوسچرهای تنه دارند و نقش مهمی دربرابر بار فشاری وارد بر کمر ایفا می‌کنند. بنابراین توصیه می‌شود در مطالعات آینده از تعداد عضلات بیشتر و مدل‌های بیومکانیکی دینامیکی به‌منظور تخمین دقیق‌تر بارهای مکانیکی استفاده گردد. (۱۵) یکی دیگر از ریسک‌فاکتورهای مهم شناخته‌شده در آسیب‌های کمری میزان بار برشی وارد بر کمر است و یکی از محدودیت‌های تکنیک الکترومیوگرافی سطحی، عدم تخمین بار برشی است.

تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل طرح پژوهشی در دانشگاه علوم پزشکی جندی‌شاپور اهواز است که در کمیتهٔ اخلاق و با کد اخلاق IR.AJUMS.REC.1398.596 تصویب شده است.

References

1. Karwowski W, Marras WS, editors. Occupational ergonomics: principles of work design. Boca Raton, FL, USA: CRC Press; 2003.
2. Millennium WSGotBoMCatSotN. The burden of musculoskeletal conditions at the start of the new millennium. World Health Organization technical report series. 2003; 919-925.
3. Guo H-R, Tanaka S, Halperin WE, Cameron LL. Back pain prevalence in US industry and estimates of lost workdays. American journal of public health. 1999; 89(9): 1029-35.
4. Parno A, Mokarami H, Sayehmiri K, Azrah K, Ebrahimi MH, Poursadeghiyan M ,et al. The prevalence of work-related musculoskeletal disorders in the lower limbs among Iranian workers: A meta-analysis study. Iran Occupational Health. 2016; 13(5): 50-9 . [Persian]
5. Podniece Z, Heuvel S, Blatter B. Work-related musculoskeletal disorders: prevention report. 2008
6. Rezaei V. Ergonomic Assessment of musculoskeletal disorders' risk factors in construction workers by PATH method.Occupational Hygiene and Health Promotion.2017; 1(2): 111-7.
7. Umer W, Antwi-Afari MF, Li H, Szeto GP, Wong AY. The prevalence of musculoskeletal symptoms in the construction industry: a systematic review and meta-analysis. International archives of occupational and environmental health. 2018; 91(2): 125-44.
8. Boschman JS, Frings-Dresen MH, Van Der Molen HF. Use of ergonomic measures related to musculoskeletal complaints among construction workers: A 2-year follow-up study. Safety and health at work. 2015; 6(2): 90-6.
9. Li KW, Lee C-L. Postural analysis of four jobs on two building construction sites: an experience of using the OWAS method in Taiwan. Journal of Occupational Health. 1999; 41(3): 183-90.
10. Marvimilan H, Mohebbi I, Khalkhali H, Hajaghazadeh M. An analytical study of musculoskeletal symptoms, demographic characteristics and physical work load among construction workers. Health and Safety at Work. 2019; 9(1): 61-72. [Persian]
11. Shabab M, Habibi E. The relationship between ergonomics status of construction jobs and musculoskeletal sisorders of construction workers using the niosh-cpwr checklist in ahvaz Iran, Health System Research. 2017; 13(1): 93-97. [Persian]
12. Hokmabadi R, Fallah H, Esmailzadeh M. Ergonomic Evaluation of Risk Factors for Musculoskeletal Disorders in Construction Workers by Key Indicator Method (KIM). Archives of Occupational Health. 2018; 2(4): 215-09. [Persian]
13. Trask C, Teschke K, Village J, Chow Y, Johnson P, Luong N, et al. Measuring low back injury risk factors in challenging work environments: an evaluation of cost and feasibility. American journal of industrial medicine. 2007; 50(9): 687-96.
14. 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. International journal of occupational safety and ergonomics. 2004; 10(2): 157-68.
15. Mientjes MI, Norman RW, Wells RP, McGill SM. Assessment of an EMG-based method for continuous estimates of low back compression during asymmetrical occupational tasks. Ergonomics. 1999; 42(6): 868-79.

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-11-22]

16. Michigan Uo. 3D Static Strength Prediction Program™3DSSPP. 2016.
17. Jensen BR, Schibye B, Søgaard K, Simonsen EB, Sjøgaard G. Shoulder muscle load and muscle fatigue among industrial sewing-machine operators. European journal of applied physiology and occupational physiology. 1993; 67(5): 467-75.
18. Guo H-R, Chang Y-C, Yeh W-Y, Chen C-W, Guo YL. Prevalence of musculoskeletal disorder among workers in Taiwan: a nationwide study. Journal of occupational health. 2004; 46(1): 26-36.
19. Rosecrance JC, Cook TM, Anton DC, Merlino LA. Carpal tunnel syndrome among apprentice construction workers. American journal of industrial medicine. 2002; 42(2): 107-16.
20. Rosecrance JC, Porszasz J, Cook TM, Fekecs E, Karácsony T, Merlino L, et al. Musculoskeletal disorders among construction apprentices in Hungary. Central European journal of public health. 2001; 9(4): 183.
21. Linton SJ. Occupational psychological factors increase the risk for back pain: a systematic review. Journal of occupational rehabilitation. 2001; 11(1): 53-66.
22. Potvin JR. Occupational spine biomechanics: a journey to the spinal frontier. Journal of Electromyography and Kinesiology. 2008; 18(6): 891-9.
23. Trask C, Teschke K, Morrison J, Johnson P, Village J, Koehoorn M. EMG estimated mean, peak, and cumulative spinal compression of workers in five heavy industries. International Journal of Industrial Ergonomics. 2010; 40(4): 448-54.
24. Hoozemans M, Kingma I, de Vries W, Dieen v, H J. Effect of lifting height on low back loading. International Ergonomics Association Conference. 2006.
25. Potvin JR, Norman RW, McGill SM, Physiology EJoAPaO. Mechanically corrected EMG for the continuous estimation of erector spinae muscle loading during repetitive lifting. European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology. 1996; 74: 119-32.
26. Li G, Buckle P. Current techniques for assessing physical exposure to work-related musculoskeletal risks, with emphasis on posture-based methods. Ergonomics. 1999; 42(5): 674-95.
27.Nico Dr DJ, Haslegrave Dr CM, Chaffin Dr DB. Working postures and movements: tools for evaluation and engineering: Taylor & Francis, Inc.; 2005.
28. Punnett L, Fine LJ, Keyserling WM, Herrin GD, Chaffin DB. Back disorders and nonneutral trunk postures of automobile assembly workers. Scandinavian journal of work, environment & health. 1991: 337-46.
29. 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 Occupational Health. 2018; 14(6): 78-87. [Persian]
30. Callaghan JP, McGill SM. Low back joint loading and kinematics during standing and unsupported sitting. Ergonomics. 2001; 44: 280-94
31. Norman R, Wells R, Neumann P, Frank J, Shannon H, Kerr M, et al. A comparison of peak vs cumulative physical work exposure risk factors for the reporting of low back pain in the automotive industry. Clinical biomechanics. 1998; 13(8): 561-73.

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-11-22]