Original Article

Comparing RULA and Strain index methods for the assessment of the potential causes of musculoskeletal disorders in the upper extremity in an electronic company in Tehran

Rowshani Z[1], Mortazavi SB[2*], Khavanin A[2], Mirzaei R[3], Mohseni M[4]

1- Environmental and Occupational Health Center, Ministry of Health and Medical Education, Tehran, I. R. Iran.
2- Department of Occupational Health and Safety, Faculty of Medicine, Tarbiat Modares University, Tehran, I. R. Iran.
3- Health Promotion Research Center, Faculty of Health, Zahedan University of Medical Sciences, Zahedan, I. R. Iran.
4- Department of HSE Management, NIORDC, Tehran, I. R. Iran.

Received September 6, 2011; Accepted December 5, 2012

Abstract:

Background: Musculoskeletal disorders (MSDs) are the most common problems in the work settings. This study aimed to assess the potential causes of the musculoskeletal disorders in the upper extremity among the workers of an electronic company to determine the risk level.

Materials and Methods: In this cross-sectional study, 50 workers were randomly selected from assembly line workers. Data were collected using the RULA and Strain index (SI) methods and Nordic questionnaire. The safe and unsafe jobs were determined and the risk factors for MSDs were evaluated.

Results: According to the RULA method, 52% of the cases for the right hand and 54% for the left hand were at grade 3, 2% for both hands were at grade 4 and in the automatic PC board tester job, 25% of the cases in both hands were at grade 4. According to the SI scoring, 64% of the cases in the right hand and 42% of them in the left hand were unsafe. Moreover, the most prevalent disorders were seen in waist and shoulder (48%), wrist (32%), neck (28%) and back (24%). There was a correlation between work experience and shoulder pain (P=0.016) and leg pain (P=0.032) and between the results of the SI method in the left hand and shoulder pain (P=0.002). Kappa coefficient showed the agreement between the results of both RULA and SI methods.

Conclusion: The frequency of the MSDs, especially in waist, shoulder, neck and back, the unsafe cases in the SI method and also the high risk levels in RULA method are considerable.

Keywords: Ergonomics, Musculoskeletal diseases, Strain, RULA method

* **Corresponding Author.**
Email: mortazav@modares.ac.ir
Tel: 0098 21 828 83845
Fax: 0098 21 828 83825

Conflict of Interests: ***No***

Feyz, Journal of Kashan University of Medical Sciences March, 2013; Vol. 17, No 1, Pages 61-70

Please cite this article as: Rowshani Z, Mortazavi SB, Khavanin A, Mirzaei R, Mohseni M. Comparing RULA and Strain index methods for the assessment of the potential causes of musculoskeletal disorders in the upper extremity in an electronic company in Tehran. ***Feyz*** 2013; 17(1): 61-70.

[Downloaded from feyz.kaums.ac.ir on 2026-11-28]

مقایسه ارزیابی پتانسیل ایجاد اختلالات اسکلتی عضلانی در اندام فوقانی با استفاده از روش‌های RULA و شاخص استرین در یک شرکت الکترونیکی تهران

زهره روشنی [۱]، سید باقر مرتضوی [۲*]، علی خوانین [۲]، رمضان میرزایی [۳]، مهناز محسنی [٤]

خلاصه:

سابقه و هدف: اختلالات اسکلتی عضلانی ناشی از کار از جمله شایع‌ترین بیماریهای محیط‌های کاری هستند. این مطالعه با هدف ارزیابی و مقایسه پتانسیل ایجاد این اختلالات در اندام فوقانی کارگران یک شرکت الکترونیکی به‌منظور تعیین سطح ریسک انجام گرفت.

مواد و روش‌ها: در این مطالعه مقطعی از میان کارگران خطوط مونتاژ، ۵۰ نمونه به‌طور تصادفی ساده انتخاب شدند. جمع‌آوری اطلاعات با استفاده از روش‌های رولا، شاخص استرین و پرسشنامه نوردیک انجام شد. مشاغل ایمن و ناایمن تعیین شده و ریسک فاکتورهای ایجاد اختلالات بررسی شدند.

نتایج: بر اساس روش رولا، ۵۲ درصد موارد دست راست و ٥٤ درصد موارد دست چپ در سطح ریسک سه، ۲ درصد موارد هر دو دست در سطح ریسک ٤ و در شغل APT ۲۵ درصد کار هر دو دست شاغلین در سطح ریسک ٤ قرار می‌گیرد. طبق شاخص استرین ٦٤ درصد موارد دست راست و ٤۲ درصد موارد دست چپ ناایمن هستند. هم‌چنین، بالاترین درصد ناراحتی به‌ترتیب مربوط به کمر و شانه (٤۸ درصد)، مچ دست (۳۲ درصد)، گردن (۲۸ درصد) و پشت (۲٤ درصد) می‌باشد. براساس نتایج آزمون مجذور کای بین سابقه کار و درد شانه (P=۰/۰۱٦) و درد پا (P=۰/۰۳۲) و نیز بین نتایج شاخص استرین در دست چپ و درد شانه (P=۰/۰۰۲) ارتباط آماری معنی‌دار به‌دست آمد. آزمون کاپا نیز توافق بین دو روش را نشان داد.

نتیجه‌گیری: این مطالعه نشان داد فراوانی اختلالات به‌ویژه درنواحی کمر، شانه، گردن و پشت و موارد ناایمن در روش شاخص استرین و سطوح ریسک بالا در روش رولا قابل توجه می‌باشند.

واژگان کلیدی: ارگونومی، بیماری‌های اسکلتی عضلانی، استرین، روش رولا

دو ماه‌نامه علمی– پژوهشی فیض، دوره هفدهم، شماره ۱، فروردین و اردیبهشت ۱۳۹۲، صفحات ۷۰-٦۱

مقدمه

اختلالات اسکلتی عضلانی (Musculoskeletal Disorders; MSDS) یکی از علل عمده آسیب و معلولیت شغلی در کشورهای پیشرفته و در حال توسعه است [۱]. در آمریکا هر سال نزدیک به یک میلیون نفر به‌خاطر درمان و بهبودی از اختلالات اسکلتی عضلانی مرخصی می‌گیرند. اثر اقتصادی اختلالات اسکلتی عضلانی مرتبط با کار Work Related Musculoskeletal Disorders (WMSDS) ٤٥-٥٤ بیلیون دلار تخمین زده شده است [۲].

[۱] کارشناس ارشد بهداشت حرفه‌ای، مرکز سلامت محیط و کار، وزارت بهداشت درمان و آموزش پزشکی

[۲] دانشیار، گروه بهداشت حرفه‌ای، دانشکده علوم پزشکی، دانشگاه تربیت مدرس

[۳] دانشیار، گروه بهداشت حرفه‌ای، مرکز ارتقا سلامت، دانشگاه علوم پزشکی زاهدان

[٤] کارشناس ارشد ایمنی مدیریت HSE، شرکت ملی پالایش و پخش فرآورده‌های نفتی ایران

***نشانی نویسنده مسئول:**

تهران، تقاطع جلال آل احمد و بزرگراه چمران، پل نصر، دانشگاه تربیت مدرس

تلفن: ۰۲۱ ۸۲۸۸۳۸٤۵ **دورنویس:** ۰۲۱ ۸۲۸۸۳۸۲۵

پست الکترونیک: mortazav@modares.ac.ir

تاریخ دریافت: ۹۰/۶/۱۵ **تاریخ پذیرش نهایی:** ۹۱/۹/۱۵

٤۲ درصد از کل گزارش‌های مربوط به بیماری‌های شغلی با وضعیت بدنی و سیستم اسکلتی عضلانی مرتبط می‌باشند و در دو سال گذشته افزایش قابل توجهی (۳۰ درصد) در این رقم وجود داشته است [۳]. اختلالات اسکلتی عضلانی در نتیجه بار بیومکانیکی بیش از حد ایجاد می‌شوند و به‌دلیل اینکه یکی از علل عمده از کارافتادگی و غیبت از کار می‌باشند، نقش اجتماعی اقتصادی قابل توجهی را دارا می‌باشند. ریسک فاکتورهای این اختلالات چند عاملی هستند که هنوز در بعضی از جنبه‌ها به‌طور کامل روشن و کشف نشده‌اند [٤]. ایجاد اختلالات اسکلتی عضلانی ناشی از کار به الگوی کار بستگی دارد و متعلق به صنعت یا شغل خاصی نیست. هرجا که اعمال نیروی زیاد، انجام وضعیت های بدنی نامناسب بدنی، تکرار زیاد حرکات و زمان استراحت اندک وجود داشته باشد، این اختلالات ایجاد خواهند شد. عوامل یادشده در اکثر مشاغل تولیدی، خدماتی، ساختمانی، و اداری یافت می‌شوند، لذا کارگران بسیاری از مشاغل در معرض خطر ابتلا به اختلالات اسکلتی عضلانی قرار دارند. با وجود اینکه امروزه با مکانیزاسیون و خودکار شدن خطوط تولید و مونتاژ بار کاری کارگران کاهش یافته، ولی خطر ابتلا به اختلالات آسیب‌های تجمعی و اختلالات اسکلتی عضلانی افزایش یافته است؛ چرا که

[Downloaded from feyz.kaums.ac.ir on 2026-11-28]

خطوط مکانیزه موجب افزایش سرعت انجام کار شده و موجب تمرکز نیروی بیشتر بر اندام‌های کوچک می‌شوند. از سوی دیگر طبیعت مزمن این بیماری‌ها سبب شده که درد و سایر علائم آنها پنهان بماند و اغلب افراد این ناراحتی‌ها را به‌عنوان عوارض اجتناب ناپذیر ناشی از کار و کهولت سن تلقی کنند [۵]. ارگونومی علمی است که در جستجوی راحتی ایستگاه کاری و کلیه جنبه-های فیزیولوژیکی انسان است [٦]. علی‌رغم اصلاحات ارگونومیکی در محل کار، هنوز در بسیاری از مشاغل کارگران کارهای تکراری انجام می‌دهند و خطر ابتلا به اختلالات اسکلتی عضلانی برای هر کارگری وجود دارد. اختلالات اسکلتی عضلانی علاوه بر درد و رنج افراد و کاهش درآمد آنان، برای تجارت و اقتصاد ملی هم هزینه‌بر است. با ارزیابی وظایف شغلی، ارائه اقدامات پیش‌گیرانه و بررسی مؤثر بودن اقدامات می‌توان از این اختلالات پیش‌گیری نمود [۷]. مطالعات زیادی در زمینه ارتباط بین وضعیت بدنی نامطلوب و ایجاد اختلالات اسکلتی عضلانی مرتبط با کار انجام گرفته است تا میزان خطر وقوع آسیب راتعیین کند؛ به‌طوری‌که برای ارزیابی آن روش‌های متنوعی ارائه شده است. یکی از روش‌های ارزیابی خطر بروز اختلالات اسکلتی عضلانی مرتبط با کار که توسط McAtamney و Corlett در سال ۱۹۹۳ جهت ارزیابی سریع اندام فوقانی معرفی و ارائه شد، روش رولا RULA: Rapid Upper Limb Assessment می‌باشد [۹،۸] و شاخص استرین روشی است که توسط آقایان Moor و Garg در سال ۱۹۹۵ برای ارزیابی پتانسیل خطر ایجاد اختلالات اسکلتی عضلانی قسمت‌های انتهایی اندام فوقانی ارائه شد [۱۰]. در یک مطالعه ریسک ارگونومیکی برای اندام فوقانی در کارهای ۲٤٤ کارخانه مونتاژ اتوماتیک با استفاده از روش رولا و شاخص استرین ارزیابی شد و نتایج هر ابزار برای هر کار مقایسه شدند. این مطالعه فقط خروجی‌های ریسک ارگونومیکی هر ابزار را مقایسه کرد و این پرسش که کدام ابزار پیش‌بینی بهتری برای آسیب دارد را دنبال نکرد. در این مطالعه امتیاز کاپا، ۰/۱۱ بود که نشان‌دهنده سازگاری کم بین خروجی‌های دو ابزار می‌باشد. امتیاز گامای ۰/۱ نیز نشان دهنده فقدان یکنواختی می‌باشد. این نتایج نشان می‌دهد که خروجی ارزیابی ریسک این دو ابزار ارزیابی ارگونومیکی برای اندام فوقانی توافق ندارند [۱۱]. این مطالعه با هدف ارزیابی و مقایسه پتانسیل ایجاد اختلالات اسکلتی عضلانی مرتبط با کار در اندام فوقانی کارگران یک شرکت الکترونیکی با استفاده از روش‌های رولا و شاخص استرین به‌منظور تعیین سطح ریسک انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

جامعه مورد مطالعه در این مطالعه مقطعی توصیفی ـ تحلیلی کارکنان شاغل در خطوط مونتاژ یک شرکت تولید تلویزیون بودند. با انجام مطالعه پایلوت ۱۰ نمونه که ۸۵ درصد آنها به نوعی از این اختلالات رنج می‌بردند و با در نظر گرفتن آلفای ۰/۰۵ و d=۰/۱ ، حجم نمونه ٤۹ به‌دست آمد. سپس با محاسبات آماری بر اساس شغل افراد از میان آنها ۵۰ نفر به‌صورت تصادفی ساده به‌عنوان نمونه انتخاب شدند و مطالعه بر روی آنها انجام گرفت. مشخصات فردی افراد از قبیل سن، جنس، سابقه کار فعلی و سوابق کار قبلی، نوع شغل و نواحی درد در بدن از پرسشنامه نوردیک استخراج شد. برای ارزیابی پتانسیل خطر ایجاد اختلالات اسکلتی عضلانی اندام فوقانی در افراد مورد مطالعه روش رولا در ایستگاه‌های کاری انجام گرفت. ریسک فاکتورهای مورد ارزیابی در این روش شامل تعداد حرکات، کار ماهیچه‌ای استاتیک و اعمال نیرو می‌باشند. در روش مشاهده‌ای رولا به‌مدت ۲۰ دقیقه کار هر فرد زیر نظر گرفته می‌شود و وضعیت بدنی اندام-های گوناگون بدن مشاهده می‌شود و بدترین و یا پرتعدادترین آنها مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. سپس این وضعیت‌های بدنی با استفاده از دیاگرام‌هایی از وضعیت بدنی اندام‌های گوناگون و جداول مربوطه امتیازگذاری می‌شوند. بدین صورت که از اعداد برای کدگذاری وضعیت بدنی اندام‌های بدن شامل بازو، ساعد، مچ و هم‌چنین گردن، تنه و پاها استفاده گردیده است و دامنه حرکتی اندام‌های فوقانی بدن به چند ناحیه تقسیم شده است؛ به‌طوری‌که عدد ۱ برای ناحیه‌ای با کمترین انحراف از وضعیت بدنی طبیعی و حداقل خطر بروز اختلالات اسکلتی عضلانی و عدد بزرگتر برای ناحیه‌هایی با انحراف بیشتر از وضعیت بدنی طبیعی و خطر بیشتر بروز اختلالات اسکلتی عضلانی در نظر گرفته می‌شود. اگر نزدیک شدن یا دور شدن از محور بدن و چرخش اندام نیز وجود داشته باشد، عدد اختصاص یافته به وضعیت بدنی افزایش می‌یابد. پس از آن امتیاز وضعیت بدنی اندام‌های گوناگون با یکدیگر ادغام شده و سرانجام با در نظر گرفتن فعالیت ماهیچه‌ای و نیروی اعمال شده امتیاز نهایی که گویای خطر بروز آسیب است، مشخص می‌گردد. بر اساس امتیاز نهایی به‌دست آمده، سطح اولویت اقدام‌های اصلاحی به‌صورت زیر تعریف می‌شود: سطح ۱؛ امتیاز نهایی ۱ یا ۲ مشخص می‌سازد که اگر وضعیت بدنی برای مدت زمان طولانی به صورت ثابت حفظ نشود یا به شدت تکرار نگردد، قابل قبول است. سطح ۲؛ امتیاز نهایی ۳ یا ٤ مشخص می‌سازد که مطالعه بیشتری در این زمینه لازم است و ایجاد تغییرات و مداخله ارگونومیک ممکن است ضروری باشد. سطح ۳؛ امتیاز نهایی ۵ یا

[Downloaded from feyz.kaums.ac.ir on 2026-11-28]

٦ مشخص می‌سازد که مطالعه بیشتر، ایجاد تغییرات و مداخله ارگونومیک در آینده نزدیک بایسته است. سطح ٤؛ امتیاز نهایی ٧ یا بیشتر مشخص می‌سازد که مطالعه بیشتر، ایجاد تغییرات و مداخله ارگونومیک فورا بایسته است. اعتبارسنجی روش رولا که توسط McAtamney و Corlett انجام شد نشان داد که تفاوت قابل توجهی در ناراحتی مشاهده شده بین وضعیت‌های بدنی که قابل قبول فرض شده‌اند، در برابر وضعیت بدنیهایی که غیرقابل قبول فرض شده‌اند، وجود دارد. برای تعیین قابلیت اعتماد این روش نیز نمونه‌های نوار ویدیوئی مشاغل مختلف از جمله بسته-بندی، خیاطی، اپراتورهای صفحه کلید و .... به فیزیوتراپ‌ها، مهندسان صنعتی، مهندسان ایمنی و تولید نمایش داده شد و هر فرد یک ارزیابی رولا انجام داد. مقایسه نتایج این ارزیابی‌ها نشان دادکه توافق بالای امتیازدهی بین افراد وجود دارد [٨]. در مطالعه-ای که توسط Breen و همکارانش انجام گرفت برای قابلیت اعتماد این روش r=٠/٩٦٤ به‌دست آمد [١٢]. در مطالعه انجام شده توسط Laeser و همکارانش نیز قابلیت اعتماد روش رولا اثبات شد (r=٠/٩٦ و P=٠/٠٣٩) [١٣]. روش دوم برای ارزیابی پتانسیل خطر ایجاد اختلالات اسکلتی عضلانی قسمت‌های انتهایی اندام فوقانی در افراد مورد مطالعه شاخص استرین بود که به بررسی اثر توأم ٦ متغیر وظیفه‌ای شامل شدت اعمال نیرو، مدت اعمال نیرو، وضعیت بدنی مچ/ دست، سرعت انجام کار، درصد زمانی اعمال نیرو در سیکل کار، تلاش در دقیقه و مدت زمان انجام کار در روز می‌پردازد. این روش در سال ١٩٩٥ توسط آقایان Moor و Garg ایجاد شد و قابلیت اعتماد آن در حدود ٩١ درصد می‌باشد. هدف این روش شناسایی مشاغلی است که کارگران با انجام آن مشاغل در معرض ابتلا به اختلالات اسکلتی عضلانی قسمت‌های انتهایی اندام فوقانی قرار می‌گیرند. نتیجه حاصل از به کاربردن روش شاخص استرین عددی است که به آن امتیاز شاخص استرین گفته می‌شود و بر اساس آن ریسک ابتلا به اختلالات اسکلتی عضلانی قسمت‌های انتهایی اندام فوقانی در کارگران تعیین می‌شود، یا به عبارت دیگر آن شغل از نظر وجود خطر در دو دسته ایمن و ناایمن قرار می‌گیرد. برای محاسبه شاخص استرین سه متغیر شدت اعمال نیرو، وضعیت بدنی مچ/دست و سرعت انجام کار با نظر متخصصی که به محاسبه این شاخص می‌پردازد، تخمین‌زده می‌شود و سایر متغیرهای دیگر شامل مدت اعمال نیرو، تعداد تلاش در دقیقه و مدت هر وظیفه در طول روز اندازه‌گیری می‌شود. پس از این مرحله اطلاعاتی که با استفاده از تخمین یا اندازه‌گیری هر یک از متغیرها به‌دست آمده است با استفاده از جداول مربوطه در ٥ سطح طبقه‌بندی شده و به هریک ضریبی داده می‌شود که حاصل ضرب‌شان شاخص استرین را به دست می‌دهد. شغلی که نمره شاخص استرین آن کمتر از ٥ باشد، شغل ایمن و شغلی که نمره شاخص استرین آن بیشتر از ٥ باشد، شغل ناایمن محسوب می‌شود [١٠]. تحقیقات Rucker و Moore که برای تعیین قابلیت اطمینان شاخص استرین انجام شده است، نشان می‌دهد که حساسیت، اختصاصی بودن و مقادیر پیش-گویی مثبت و منفی این روش١/٠٠، ٠/٨٤، ٠/٤٧ و١/٠٠ می‌باشد [١٤]. هم‌چنین، در مطالعه‌ای که توسط Stevens و همکاران انجام گرفت قابلیت اطمینان حاصل از همبستگی متغیرهای مختلف شاخص استرین برای شدت اعمال نیرو ٠/٧٧، مدت اعمال نیرو ٠/٨٠، تلاش در دقیقه ٠/٨١، وضعیت بدنی مچ/ دست ٠/٦٦ و سرعت انجام کار ٠/٨١ به‌دست آمد و به‌طور کلی مشخص شد که قابلیت اطمینان این روش در ارزیابی خطر ٠/٩١ می‌باشد [١٥]. در مطالعه‌ی Larson و Ellexson نیز برای ارزیابی اثر ارگونومی بر سلامتی، ایمنی، راندمان و بهره‌وری از معادله NIOSH، روش رودجرز و شاخص استرین استفاده گردید. نتایج این مطالعه نشان داد به‌کارگیری روش شاخص استرین و دو روش دیگر برای شناسایی فاکتورهای خطر و تغییرات ارگونومیک مؤثر است [١٦]. برای اندازه‌گیری متغیرهای شاخص استرین برای هر کارگر، به تصادف و در روزهای مختلف هفته ١٠ سیکل کاری مشاهده شد و پس از آن ابتدا مشاغل مورد بررسی به زیر وظایف تشکیل دهنده-شان آنالیز شدند. آن‌گاه متغیرهای کمی شاخص استرین اندازه-گیری شدند و میانگین امتیازات به‌دست آمده به‌عنوان امتیاز معتبر، در مراحل بعدی مورد استفاده قرارگرفت. برای تعیین فراوانی علائم اختلالات اسکلتی عضلانی از پرسشنامه نوردیک استفاده شد. بدین‌ترتیب که تکمیل این پرسشنامه‌ها با روش مصاحبه انجام گرفت و توضیحات لازم ارائه شد تا از ایجاد هرگونه ابهام جلوگیری شود. از این پرسشنامه در چندین مقاله فارسی و انگلیسی استفاده شده است [١٩-١٧] و از روایی و پایایی بالایی برخوردار است. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها و نتایج از نرم افزارهای آماری SPSS ویرایش ١٥ و Excel و آزمون‌های مجذور کای و کاپا استفاده شد.

نتایج

یافته‌های پرسشنامه نوردیک: در این مطالعه گستره سنی کارگران مورد مطالعه بین ١٩ تا ٤٢ سال با میانگین ٢٦/٣٦ و انحراف معیار ٥/٠٧٤ بود. اکثر افراد مورد مطالعه، نیروی کاری جوانی هستند که میانگین سابقه کار آنها ٢/٦٥ با انحراف معیار ٢/٦٢٩ می‌باشد و در ١٠ گروه شغلی Cut & Clinch ٨ درصد،

[Downloaded from feyz.kaums.ac.ir on 2026-11-28]

مونتاژکار ۲۶ درصد، لحیم‌کار ۱۶ درصد، سیم‌چین ٤ درصد، APT کار ۸ درصد، CBA کار ۸ درصد، آماده‌سازی شاسی ۱۰ درصد، آماده‌سازی کابینت ۱۰ درصد، چک و فرم‌بندی شاسی ٦ درصد و آماده‌سازی قطعه ٤ درصد مشغول به کار می‌باشند. در این مطالعه کارکنان بر اساس سن در سه گروه کمتر از ۲٦ سال، ۳۳-۲٦ سال و بالای ۳۳ سال گروه‌بندی شدند و نتایج به‌دست آمده براساس آزمون مجذور کای نشان داد بین سن و درد گردن، درد شانه، درد آرنج، درد مچ، درد کمر، درد زانو، درد پشت و درد پا رابطه معنی‌دار وجود نداشت ($P>0/05$). هم‌چنین، با گروه‌بندی سابقه کار به سابقه کمتر از ۲ سال، ۵-۲ سال و بالای ۵ سال، بین سابقه کار و درد گردن، درد آرنج، درد مچ، درد پشت، دردکمر و درد زانو رابطه معنی‌دار وجود نداشت ($P>0/05$). اما بین سابقه کار و درد شانه ($P=0/016$) و درد پا ($P=0/032$) رابطه معنی‌دار برقرار شد. در ارزیابی رابطه شغل و درد اعضای بدن، بین نوع شغل و درد گردن، درد شانه، درد آرنج، درد مچ، درد پشت، درد کمر، درد زانو و درد پا رابطه معنی‌دار به‌دست نیامد ($P>0/05$). ۷۰ درصد کارگران خطوط مونتاژ دستی شاسی زن بودند. بر اساس نتایج آزمون مجذور کای انجام شده بین جنس و درد گردن، درد شانه، درد آرنج، درد مچ، درد پشت، درد زانو و درد پا رابطه معنی‌دار دیده نشد ($P>0/05$). در این مطالعه درصد خانم‌هایی که دارای درد کمر بودند، بیش از مردها بودند و این اختلاف از نظر آماری معنی‌دار شد ($P=0/048$). ۸٦ درصد کارگران راست دست و ۱٤ درصد آنان، چپ دست بودند. بین راست دست و چپ دست بودن و درد گردن، درد شانه، درد آرنج، درد مچ، درد کمر، درد زانو و درد پا رابطه معنی‌دار وجود نداشت ($P>0/05$). درصد افراد راست‌دستی که اعلام نمودند، درد پشت دارند بیش از افراد چپ دست بود و ارتباط بین درد پشت و دست‌ها از نظر آماری معنی‌دار شد ($P=0/027$). در این مطالعه مشخص شد که ۸٦ درصد کارگران مورد مطالعه هنگام انجام کار از درد و خستگی رنج می‌برند و در ٦۰ درصد آنان درد مانع از کار یا فعالیت روزانه می‌شود. ۸۰ درصد افراد نیز استراحت بین کار را کافی نمی‌دانند. فراوانی علائم اختلالات اسکلتی عضلانی افراد مورد مطالعه در نمودار شماره ۱ بیان شده است.

یافته‌های روش رولا: نتایج حاصل از اجرای روش رولا در دست راست نشان داد که ٤٦ درصد موارد در سطح خطر ۲ قرار می‌گیرند، یعنی مطالعه بیشتری در این زمینه لازم است و ایجاد تغییرات و مداخله ارگونومیک ممکن است ضروری باشد. ۵۲ درصد موارد در سطح ۳ جای می‌گیرند؛ بدین معنی که مطالعه فزون‌تر، ایجاد تغییرات و مداخله ارگونومیک در آینده نزدیک بایسته است و ۲ درصد موارد شامل سطح ٤ می‌شوند، یعنی مطالعه فزون‌تر، ایجاد تغییرات و مداخله ارگونومیک در آینده نزدیک ضروری می‌باشد. در دست چپ نیز ٤٤ درصد موارد در سطح ۲، ٥٤ درصد موارد در سطح ۳ قرار می‌گیرند و ۲ درصد موارد شامل سطح ٤ می‌شوند. این مطالعه نشان داد که هیچ‌کدام از موارد هر دو دست در سطح ۱ اقدام‌های اصلاحی که شرایط قابل قبول می‌باشد، قرار نمی‌گیرند. بین نتایج روش رولا در دست راست و درد گردن، درد شانه، درد آرنج، درد مچ، درد پشت، درد کمر، درد زانو و درد پا رابطه معنی‌دار وجود نداشت ($P>0/05$). هم‌چنین، ارتباط آماری معنی‌دار بین نتایج روش رولا در دست چپ و درد گردن، درد شانه، درد آرنج، درد مچ، درد پشت، درد کمر، درد زانو و درد پا به‌دست نیامد ($P>0/05$). میانگین کل و انحراف معیار امتیاز نهایی رولا برای دست راست ٤/٧٤±۰/۸۹ و دست چپ ٤/٧۰±۰/۸۸ به‌دست آمد. میانگین کل امتیاز نهایی رولا برای دست راست عدد ٤/٧٤ با انحراف معیار ۰/۸۹ می‌باشد. در دست چپ نیز میانگین کل امتیاز نهایی رولا عدد ٤/٧۰ با انحراف معیار ۰/۸۸ می‌باشد. کوچکترین امتیاز نهایی رولا به‌دست آمده برای هر دو دست عدد ۳ و بزرگ-ترین آن عدد ۷ می‌باشد. مقادیر به‌دست آمده برای روش رولا در هر دو دست برای گروه‌های شغلی مختلف در نمودار شماره ۲ و ۳ نشان داده شده‌اند.

یافته‌های روش شاخص استرین: نتایج حاصل از انجام شاخص استرین در دست راست نشان داد که شغل افراد در ٦٤ درصد موارد ناایمن و در ۳٦ درصد موارد، ایمن می‌باشد. در دست چپ نیز شغل افراد در ٤۲ درصد موارد ناایمن و ۵۸ درصد موارد، ایمن تعیین شد. مشخص شد که بین نتایج شاخص استرین در دست راست و درد گردن، درد شانه، درد آرنج، درد مچ، درد پشت، درد کمر، درد زانو و درد پا ارتباط معنی‌دار وجود ندارد ($P>0/05$). به-علاوه، بین نتایج شاخص استرین در دست چپ و درد گردن، درد آرنج، درد مچ، درد پشت، درد کمر، درد زانو و درد پا رابطه معنی-دار به‌دست نیامد ($P>0/05$). فقط بین نتایج شاخص استرین در دست چپ و درد شانه ($P=0/002$) رابطه معنی‌دار برقرار شد. افرادی که شغل آنها در طبقه‌بندی شاخص استرین در دست چپ ناایمن شناخته شد، از درد شانه رنج می‌بردند. هیچ‌کدام از افراد در ناحیه ساعد و ران درد نداشتند، لذا در آنالیز آماری برای این دو قسمت P محاسبه نشد. میانگین کل امتیاز شاخص استرین برای دست راست عدد ٦/٧۲ با انحراف معیار ۳/٤۲ می‌باشد. برای دست چپ نیز میانگین کل امتیاز شاخص استرین عدد ٤/٩٤ با انحراف معیار ۲/۸٤ می‌باشد. کوچکترین امتیاز شاخص استرین به دست آمده در هر دو دست عدد ۰/۷۵ و بزرگترین آن عدد ۱۳/۵ بود. مقادیر به-

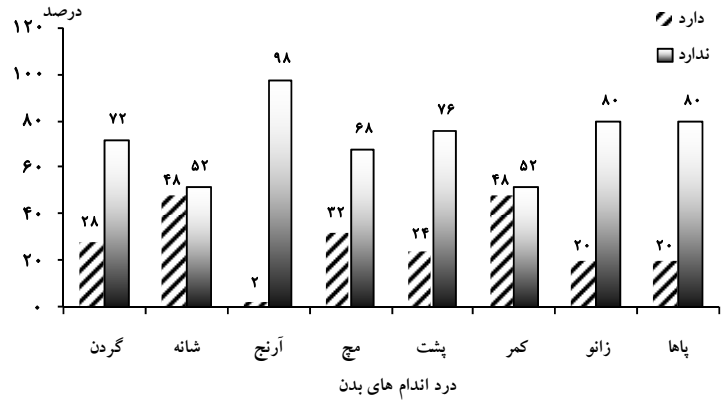
[Downloaded from feyz.kaums.ac.ir on 2026-11-28]

دست آمده برای شاخص استرین در هر دو دست برای گروه‌های شغلی مختلف در جدول شماره ۱ نشان داده شده‌اند.

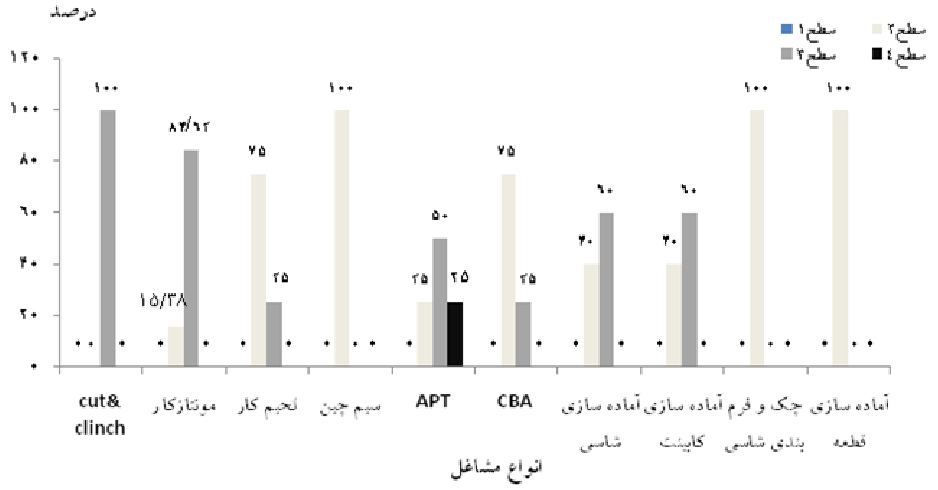
یافته‌های مربوط به توافق بین دو روش: برای بررسی توافق بین دو روش از آزمون آماری کاپا استفاده شد. بر اساس نتایج حاصل از این آزمون بین نتایج روش رولا و شاخص استرین رابطه معنی‌دار وجود دارد که نشان‌دهنده توافق بین دو روش است. مقادیر P به‌دست آمده از این آزمون عبارت است از: نتایج روش رولا دست راست و نتایج شاخص استرین دست راست (V=۰/۰۲۸، P=۰/۳۰٤)، نتایج روش رولا دست راست و نتایج شاخص استرین دست چپ (V=۰/۰۳۵، P=۰/۲۸۹)، نتایج روش رولا دست چپ و نتایج شاخص استرین دست راست (V=۰/۰٦۸، P=۰/۲۵۵)، و نتایج روش رولا دست چپ و نتایج شاخص استرین دست چپ (V=۰/۰۱٤، P=۰/۳۳۳).

جدول شماره ۱- توزیع فراوانی نتایج شاخص استرین بر حسب نوع شغل در دست راست و چپ

نتایج شاخص استرین	دست راست		دست چپ	
نوع شغل	ایمن	نا ایمن	ایمن	نا ایمن
Cut & Clinch	۰	٪۱۰۰	۰	٪۱۰۰
مونتاژکار	٪۱۵/۳۸	٪۸٤/٦۲	٪۳۸/٤٦	٪٦۱/۵٤
لحیم‌کار	٪٦۲/۵	٪۳۷/۵	٪۸۷/۵	٪۱۲/۵
سیم‌چین	٪۵۰	٪۵۰	٪۱۰۰	۰
APT	٪۲۵	٪۷۵	٪۷۵	٪۲۵
CBA	٪۲۵	٪۷۵	٪۷۵	٪۲۵
آماده‌سازی شاسی	٪۲۰	٪۸۰	٪۲۰	٪۸۰
آماده‌سازی کابینت	٪٦۰	٪٤۰	٪٦۰	٪٤۰
چک و فرم‌بندی شاسی	٪٦٦/٦٦	٪۳۳/۳۳	٪۱۰۰	۰
آماده‌سازی قطعه	٪۱۰۰	۰	٪۱۰۰	۰

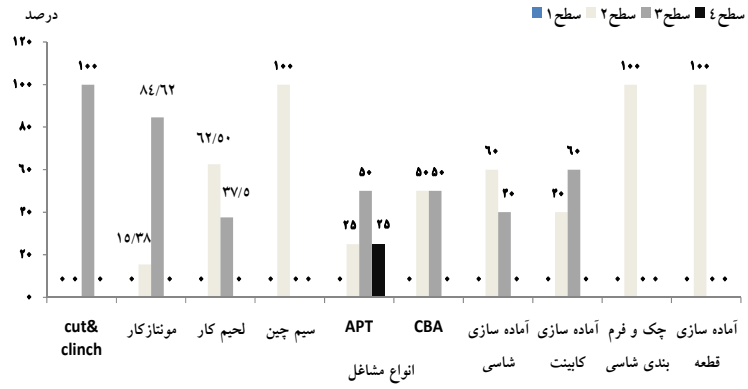


نمودار شماره ۱- توزیع فراوانی وجود درد در اندام‌های مختلف بدن در افراد مورد مطالعه



نمودار شماره ۲- توزیع فراوانی نتایج روش رولا در دست راست بر حسب شغل در افراد مورد مطالعه

[Downloaded from feyz.kaums.ac.ir on 2026-11-28]



نمودار شماره ۳- توزیع فراوانی نتایج روش رولا در دست چپ بر حسب شغل در افراد مورد مطالعه

بحث

در مطالعه حاضر فقط بین جنس و درد در ناحیه کمر ارتباط معنی‌دار به‌دست آمد و بین جنس با دیگر علائم اختلالات اسکلتی عضلانی ارتباط معنی‌دار مشاهده نشد. دلیل این امر شاید کم بودن تعداد آقایان در جامعه مورد مطالعه باشد. به‌خاطر ظرافت کار مونتاژ دستی شاسی و لحیم‌کاری این شغل بیشتر بر عهده زنان گماشته شده است و بیشتر نمونه‌ها نیز از این دو شغل انتخاب شده‌اند. هم‌چنین، بین دو فاکتور سن و سابقه کار با علائم اختلالات اسکلتی عضلانی ارتباط معنی‌داری مشاهده نشد و فقط بین سابقه کار و درد در شانه و پا رابطه معنی‌دار به‌دست آمد. این مسأله می‌تواند به این دلیل باشد که اکثر نمونه‌ها جوان هستند و وضعیت بد کار و متغیرهای دیگر هنوز اثر خود را آن‌چنان بر روی فرد آشکار نکرده است. بین دست برتر با علائم اختلالات اسکلتی عضلانی ارتباط معنی‌داری مشاهده نشد و تنها بین دست برتر با درد در ناحیه شانه رابطه معنی‌دار به‌دست آمد. علاوه بر کم بودن تعداد نمونه‌های چپ دست (۱٤ درصد)، بسیاری از کارگران به‌دلیل اقتضای چیدمان ایستگاه کار و جهت حرکت قاب شاسی در خطوط تولید با دست راست کار می‌کنند. نتایج بررسی میزان شیوع اختلالات اسکلتی عضلانی نیز نشان داد بالاترین درصد فراوانی درد اعضای بدن به‌ترتیب مربوط به کمر و شانه (٤۸ درصد)، گردن (۲۸ درصد) و پشت (۲٤ درصد) می‌باشد. طبق تحقیق چوبینه در میان کارگران شرکت وسایل ارتباطی، بیشترین شیوع درد در شانه‌ها (۷۳ درصد)، زانوها (٦۷/۱ درصد) و پشت (٦٦/۷ درصد) [۲۰] و در میان رفوگران فرش ۲۳/٦ درصد برای زانوها [۲۱] و براساس تحقیق Massaccesi و همکارانش در میان رانندگان کامیون ٦۰/۵ درصد [۲۲] و طبق مطالعه پورمهابادیان و اعظم در میان کارگران پرس‌کار درد ناحیه کمر ٦۰ درصد بیان شده است [۱۷]. در تحقیق انجام شده توسط یزدانی نیز ۷٤/٤ درصد از کارگران نشانه‌های اختلالات اسکلتی عضلانی را گزارش کرده‌اند و بالاترین میزان شیوع مربوط به ناحیه پشت (۵۰/۹ درصد) می‌باشد [۲۳]. این مطابقت و گاهی تفاوت درد در درصد فراوانی درد اعضا می‌تواند در تفاوت یا مطابقت نوع شغل باشد، ولی در هر حال درصدهای فراوانی بالا نشان از نامناسب بودن وضعیت بدنی در حین کار باشد که باید در اصلاح روش و نیز آموزش شاغلین مسئولین بهداشتی و مدیران صنایع توجه بیشتری داشته باشند. ارزیابی کلی ثبت مشاهدات و درصد فراوانی داده‌ها نشان داد که بالا بودن امتیاز رولا (بیش از ٤/۵ در هر دو دست) به‌دلیل ماهیت کار مونتاژکاری است که زمینه‌ساز وجود انحراف زیاد در قسمت بازو و ساعد، کار با گردن خمیده، تنه در وضعیت استاتیک، استفاده از صندلی‌های نامناسب، نداشتن تکیه‌گاه پا و تکراری بودن کار دست می‌باشد و تأکید کننده طراحی ضعیف ایستگاه‌های کاری می‌باشد. به‌علاوه، بالا بودن درصد ناراحتی در کمر و شانه (٤۸ درصد)، مچ دست (۳۲ درصد)، گردن (۲۸ درصد) و پشت (۲٤ درصد) نیز با نامناسب بودن وضعیت بدنی در این نواحی مطابقت دارد. این یافته با نتایج تحقیق Massaccesi و همکارانش بر روی رانندگان کامیون [۲۲] و تحقیق چوبینه و همکاران که در ۸۸/۱ درصد از موارد دارای امتیاز نهایی ۳ و ٤ بودند [۲۰]، مطابقت دارد. مشخص شد که هیچ نوع ارتباط آماری بین نتایج روش رولا در دو دست با علائم اختلالات اسکلتی عضلانی وجود ندارد. در حالی‌که در کار تحقیقاتی Massaccesi و همکارانش [۲۲] و مشابه آن چوبینه و همکاران [۲۳] در میان رفوگران فرش، بین ناراحتی‌های گزارش شده در نواحی مختلف بدن و امتیازات رولا مربوط به همان عضو رابطه معنی‌داری مشخص گردید. در تحقیق انجام شده توسط چوبینه بر روی کارگران شرکت وسایل ارتباطی نیز بین سطح خطر و علائم

[Downloaded from feyz.kaums.ac.ir on 2026-11-28]

اختلالات اسکلتی عضلانی در کمر ارتباط قابل توجهی پیدا شد [۲۰]. هم‌چنین، در کار تحقیقاتی پورمهابادیان و اعظم بین نمره رولا در هر قسمت بدن و درد گزارش شده در نواحی گردن و تنه کارگران پرس‌کار اختلاف معنی‌داری گزارش گردید [۱۷]. نتایج تحقیق یزدانی نیز نشان داد که سن، سابقه کار و وضعیت بدنی نامناسب ریسک فاکتورهای مهمی برای نشانه‌های اختلالات اسکلتی عضلانی هستند [۲۳]. یکی از دلایل تفاوت یافته‌های این تحقیق در متغیرهای مورد اشاره با یافته‌های محققین مذکور کمی سن و سابقه کار شاغلین این مطالعه می‌باشد. در این مطالعه بر اساس نتایج روش شاخص استرین ٦٤ درصد افراد در دست راست و ٤٢ درصد آنان در دست چپ دارای شغل ناایمن بودند، ولی ارتباط آماری معنی داری بین نتایج شاخص استرین در دست راست و چپ و علائم اختلالات اسکلتی عضلانی به‌دست نیامد و فقط بین نتایج شاخص استرین در دست چپ و درد شانه رابطه معنی‌دار دیده شد، در حالی‌که در تحقیق انجام شده توسط پورمهابادیان و همکاران شغل بیش از ۵۰ درصد افراد خطرناک بود و تفاوت قابل توجهی بین میانگین شاخص استرین در مشاغل ایمن و ناایمن وجود داشت. هم‌چنین، تفاوت قابل ملاحظه‌ای بین شیوع اختلالات اسکلتی عضلانی قسمت‌های انتهایی اندام فوقانی در مشاغل ایمن و ناایمن یافت شد [٢٤]. بر اساس نتایج تحقیق معتمدزاده و همکاران نیز ٤٧/١ درصد افراد شغل ناایمن داشتند و بین علائم اختلال قسمت‌های انتهایی اندام فوقانی و وضعیت خطر شغل، ارتباط معنی‌داری به‌دست آمد [۲۵]. در مطالعه انجام شده توسط موسوی و همکاران نیز ارتباط معنی‌داری بین اختلالات بخش‌های انتهایی اندام فوقانی و گروه‌های شغلی مورد بررسی نشان داده شد. به‌علاوه، اختلاف معنی‌داری بین میانگین شاخص استرین محاسبه شده برای گروه‌های شاهد و مورد به‌دست آمد [٢٦]. در تحقیق Serranheria و همکارش نیز ٣٧/١٤ درصد از ایستگاه‌های کاری ایمن و ٦٢/٨٦ درصد از ایستگاه‌های کاری ناایمن گزارش شدند [۲۷]. یکی از دلایل تفاوت یافته‌های این تحقیق در متغیرهای مورد اشاره با یافته‌های محققین مذکور کمی سن و سابقه کار شاغلین این مطالعه می‌باشد. در این مطالعه میانگین کل امتیاز شاخص استرین برای دست راست عدد ٦/٧٢ و برای دست چپ عدد ٤/٩٤ به‌دست آمد. در تحقیق انجام شده توسط Miquel بر روی کارگران نظافت‌چی میانگین شاخص استرین برای ٤٠ ایستگاه کاری متفاوت ۳/۸ محاسبه شد [۲۸]. در مطالعه انجام شده توسط Jones و Kumar نیز در سه گروه کاری مختلف میانگین شاخص استرین ۷/۵، ۹/۲ و ۱۹/۵ محاسبه شد [۲۹]. تفاوت در نتایج مطالعات مختلف ناشی از تفاوت در ماهیت کار و در نتیجه تفاوت در متغیرهای مورد محاسبه در شاخص استرین می‌باشد. در این مطالعه بین دو روش رولا و شاخص استرین توافق معنی‌دار به‌دست آمد. درحالی‌که در تحقیق Serranheria و همکارش روش شاخص استرین با روش OCRA همبستگی متوسط و با روش HAL همبستگی قوی داشت و روش رولا با روش‌های دیگر همبستگی نداشت [۲۷]. در یک مطالعه دیگر نیز دو دسته کردن خطر به نبود خطر و وجود خطر منجر به توافق بالا بین روش‌ها شد و از بین روش‌های مورد بررسی، رولا و شاخص استرین بهترین بودند [۳۰]. در تحقیق Sala و همکارانش ۱۹ درصد از درجات متفاوت ریسک توسط روش رولا و۱۰ درصد آنها با شاخص استرین شناسایی شدند و شرایط خطر همیشه توسط روش‌های پیچیده‌تر از قبیل رولا و شاخص استرین تأیید شدند. هم‌چنین، کلیه روش‌های انتخاب شده در یک توافق خوب در دو موقعیت ریسک بالا و فقدان ریسک بودند [۳۱]. یافته‌های این تحقیق با نتایج مطالعه Drinkaus و همکارانش که نشان داد خروجی ارزیابی ریسک این دو ابزار ارزیابی ارگونومیکی برای اندام فوقانی توافق ندارند [۱۱]، مطابقت ندارد. به‌طور کلی یافته‌های این تحقیق نشان می‌دهد مطالعه هم-زمان روش‌های ارزیابی ارگونومی و ارزیابی اختلالات اسکلتی عضلانی در شرایطی که سن وسابقه کار کارگران مشابه یافته‌های این مطالعه کم باشد، اگرچه اختلاف معنی‌داری بین یافته‌ها نشان ندهد، اما با نشان دادن وضعیت‌های بدنی صحیح و نامناسب می-تواند در برنامه ریزی و پیش‌گیری از افزایش اختلالات اسکلتی عضلانی محیط‌های کار و مشاغل به‌طور مؤثر مورد استفاده قرار گیرد. با گسترش وظایف، مکانیزه کردن، طراحی مجدد چرخه‌های کاری، استفاده از سیستم‌های گردش شغلی، استفاده از سیستم‌های گردش کارگر، ایجاد ایستگاه‌های موازی جهت کاهش تکرار و حجم کار، انجام معاینات دوره‌ای جهت تشخیص زودرس اختلالات اسکلتی عضلانی اندام فوقانی و آموزش کارگران می-توان از شیوع اینگونه اختلالات تا حد قابل توجهی پیش‌گیری به-عمل آورد [۳۲]. برخی از راه‌کارهای بهبود شرایط کاری صنعت مورد مطالعه مطابق زیر پیشنهاد می‌گردد: تنظیم فاصله دسترسی تا اجناس حتی الامکان بین۲۰ تا ۵۵ سانتی‌متر به‌منظور کاهش فاصله دسترسی و جلوگیری از ایجاد وضعیت‌های بدنی نامناسب، شیب-دار کردن محل قرارگیری ظروف جنس‌ها و قرار گرفتن قاب شاسی مونتاژ درست روبروی مونتاژکار توصیه می‌شود. با جلوگیری از قرار گرفتن اجناس پشت سر افراد از چرخش‌ها و وضعیت‌های بدنی نامناسب پیشگیری می‌شود. برای بهبود وضعیت مچ/ دست و کاهش تمرکز چنگش‌های نیشگونی بر یک فرد

[Downloaded from feyz.kaums.ac.ir on 2026-11-28]

جنس‌های ریز و درشت باید به‌صورت مساوی بین افراد توزیع شود. بریدن لبه کارتن‌ها و کوتاه کردن لبه ظروف پلاستیکی روکش کردن لبه گردونه و خط تغذیه شاسی توسط یک لایه چسب نرم از ایجاد ضربه به مچ و ساعد کارگران پیشگیری می‌کند. تغییر جایگاه جعبه حاوی شاسی‌ها و متناسب بودن تغذیه خط با مصرف آن برای کاهش ارتفاع سطح کارکردن به اندازه ارتفاع آرنج توصیه می‌شود.

نتیجه‌گیری

به‌دست آمدن توافق معنی‌دار بین دو روش نشان می‌دهد که به‌کارگیری هر دو روش برای شناسایی فاکتورهای خطر و تغییرات ارگونومیک در این‌گونه محیط‌های کاری مؤثر است. هم‌چنین، فراوانی بالای درد در اعضای بدن و بالا بودن سطح خطر بر اساس روش رولا نشان دهنده نامناسب بودن وضعیت‌های بدنی در حین کار شاغلین می‌باشد. از آنجایی که اختلالات اسکلتی عضلانی ناشی از کار قابل پیشگیری هستند، تدوین یک برنامه مداخله مناسب با تأکید بر روی حذف وضعیت بدنی نامناسب تکراری و کاهش فشارهای مکانیکی نیروهای اعمال شده بر روی شاغلین در جهت کاهش امتیاز نهایی می‌تواند در کاهش این اختلالات نقش مؤثری داشته باشد.

تشکر و قدردانی

این مقاله بر اساس نتایج حاصل از پایان نامه کارشناسی‌ارشد بهداشت حرفه‌ای دانشکده علوم پزشکی دانشگاه تربیت مدرس تحت عنوان "ارزیابی اختلالات اسکلتی عضلانی در اندام فوقانی با استفاده از روش RULA و شاخص استرین در یک شرکت الکترونیکی و مقایسه بین این دو روش" و به شماره بازیابی "پ‌ز ۲۳۰ ۲۳۸۱" تنظیم گردیده است. از مدیریت محترم شرکت تولیدکننده تلویزیون و مسؤولین واحد ایمنی و بهداشت شرکت و هم‌چنین از کلیه کارگران زحمتکش که با ما نهایت همکاری را داشتند، تشکر و قدردانی می‌شود.

References:

[1] Maul I, Läubli T, Klipstein A, Krueger H. Course of low back pain among nurses: A longitudinal study across eight years. ***Occup Environ Med*** 2003; 60(7): 497-503.

[2] Vines V. Some Jobs Increase Risk for Musculoskeletal Disorders;Intervention Programs Can Be Effective .***The national academieies*** 2001. Available at: http://www8.nationalacademies.org/onpinews/newsitem.aspx?recordid=10032

[3] NL- Statistics on Occupational Diseases 2009 report. highlights MSDs of the lower limbs (hips and knees), overexertion and burnout [cited 2010 Jun 6]. Available at: URL: https://osha.europa.eu/en/news/nl-statistics-on-occupational-diseases-2009-report.

[4] Mattioli S, Brillante R, Zanardi F, Bonfiglioli R. Occupational (and non-occupational) risk factors for musculoskeletal disorders. ***Med Lav*** 2006; 97(3): 529-34.

[5] Putz-Anderson V. Cumulativ trauma disorders, a manual for musculoskeletal disorders of the upper limbs.1th edition. New York :Taylor & Francis; 1994. 75-89.

[6] Geotsch DL. Occupational Safety and Health for Technologist, Engineers, and Managers. 6th ed. Harlow: Pearson education; 2008. p. 255.

[7] Van Tulder M, Malmivaara A, Koes B. Repetitive strain injury. ***Lancet*** 2007; 369(9575): 1815-22.

[8] McAtamney L, Nigel Corlett E. RULA: a survey method for the investigation of work-related upper limb disorders. ***Appl Ergon*** 1993; 24(2): 91-9.

[9] Choobineh A. [Methods of posture assessment in occupational ergonomics]. 1st ed. Hamadan: Fanavaran; 2003. p. 79-96.

[10] Moor JS, Garg A. The strain index a proposed method to analyze jobs for risk of distal upper limbs. ***Am Ind Hyg Assoc J*** 1995; 56(5): 443-58.

[11] Drinkaus P, Sesek R, Bloswick D, Bernard T, Walton B, Joseph B, et al. Comparison of ergonomic risk assessment outputs from Rapid Upper Limb Assessment and the Strain Index for tasks in automotive assembly plants. ***Work*** 2003; 21(2): 156-72.

[12] Breen R, Pyper S, Rusk Y, Dockrell S. An investigation of children's posture and discomfort during computer use. ***Ergonomics*** 2007; 50(10): 1582–92.

[13] Laeser K, Maxwell L, Hedge A. The effect of computer workstation design on student posture. ***J Res Comput Educ*** 1998; 31(2): 173–88.

[14] Rucker N, Moore JS. Predictive validity of strain index in manufacturing facilities. ***App Occup Environ Hyg*** 2002; 17(1): 63-73.

[15] Stevens EM Jr, Vos GA, Stephens JP, Moore JS. Inter-rater reliability of the strain index. ***J Occup Environ Hyg*** 2004 Nov;1(11):745-51.

[16] Larson BA, Ellexson MT. Blueprint for ergonomics. ***Work*** 2000; 15(2): 107-12.

[17] Pourmahabadian M, Azam K. Evaluation of risk associated with work-related musculoskeletal disorders of upper limbs extremity among press workers. ***Pak J Med Sci*** 2006; 22(4): 379-84.

[Downloaded from feyz.kaums.ac.ir on 2026-11-28]

[18] Barkhordari A, Ketabi D, Mirrmohammadi SJ, Fallahzadeh H, Mehrparvar AH. Prevalence of Work-related Musculoskeletal Disorders in Auto Parts-manufacturing Plants'Workers. ***Toloo e Behdasht*** 2012; 11(1): 87-95. [in Persian]
[19] Dastmanesh S, Shojaeddin S. Distal upper extremity musculoskeletal disorders in industrial workers. ***J Res Rehabil Sci.*** 2011; 2(6):147-158.
[20] Choobineh A, Tabatabaei SH, Tozihian M, Ghadami F. Musculoskeletal problems among workers of an Iranian communication company. ***Indian J Occup Environ Med*** 2007; 11(1): 32-6.
[21] Choobineh A, Tosian R, Alhamdi Z, Davarzanie M. Ergonomic intervention in carpet mending operation. ***Appl Ergon*** 2004: 35(5): 493-6.
[22] Massaccesi M, Pagnotta A, Soccetti A, Masali M, Masiero C, Greco F. Investigation of workrelated disorders in truck drivers using RULA method. ***Appl Ergon*** 2003; 34(4): 303-7.
[23] Yazdani A. Association between ergonomic risk factors and musculoskeletal symptom among automobile assembly line workers in Shah Alam, Selangor. [Thesis]. in Fulfillment of the Requirements. Putra; Faculty of Medicine and Health Science, University Putra Malaysia. 2009.
[24] Pourmahabadian M, Saraji JN, Aghabeigi M, Sadeghi-Naeeni H. Risk assessment of developing distal upper extremity disorders by strain index method in an assembling electronic industry. ***Acta Med Iran*** 2005; 43(5): 347-54.
[25] Motamedzade M, Mohseni M, Golmohammadi R, Mahjoob H. Ergonomics intervention in an Iranian television manufacturing industry. ***Work*** 2011; 38(3): 257–63.
[26] Mousavi-Najarkola S, Karimi S, Hokmabadi R. Evaluation of distal upper extremity (DUE) musculoskeletal disorders by strain index in an ironwork industry. ***Iran occupational health*** 2008; 5(1&2): 61-8.
[27] Serranheria F, Sousa Uva, António de. Work related upper limb musculoskeletal disorders (WRULMSDS) risk assessment: different tools, different results, what are we measuring? ***Med. segur. Trab*** 2008; 54(212): 7-19.
[28] Cabeças, José Miquel. The risk of distal upper limb disorder in cleaners: A modified application of the Strain Index method. ***Int J Ind Ergon*** 2007; 37: 563–71.
[29] Jones T, Kumar S. Comparison of ergonomic risk assessments in a repetitive high-risk sawmill occupation: Saw-filer. ***Int J Ind Ergon*** 2007; 37: 744 –53.
[30] Jones T, Kumar S. Comparison of ergonomic risk assessment output in four sawmill jobs. ***Int J Occup saf Ergon*** 2010; 16(1): 105-11.
[31] Sala E, Torri D, Tomasi C, Apostoli P. Risk assessment for upper extremity work related muscoloskeletal disorders in different manufactures by applying six methods of ergonomic analysis. ***G Ital Med Lav Ergon*** 2010; 32(2): 162-73.
[32] Buckle PW, Devereux JJ. The nature of work-related neck and upper limb musculoskeletal disorders. ***Appl Ergon*** 2002; 33(3): 207-17.

[Downloaded from feyz.kaums.ac.ir on 2026-11-28]