مجله مهندسی بهداشت حرفه‌ای
مقاله پژوهشی
دوره ۳، شماره ۱، بهار ۹۵

ارزیابی ریسک ابتلا به اختلالات اسکلتی عضلانی به روش ارزیابی خستگی عضلانی و اجرای مداخله ارگونومی دریک صنعت مونتاژ

مجید معتمد زاده [۱]، کیوان ساعد پناه [۲،*]، طاهره اسکندری [۲]، کیوان سلیمی [۳]

[۱] استاد، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، مرکز تحقیقات علوم بهداشتی، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران
[۲] دانشجوی کارشناسی ارشد، مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران
[۳] کارشناس، مرکز بهداشت مریوان، مریوان، کردستان، ایران

* **نویسنده مسئول:** کیوان ساعد پناه، دانشجوی کارشناسی ارشد، مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران. ایمیل:.keivan saedpanah@gmail.com

DOI: 10.21859/johe-03015

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۵/۰۲/۱۲
تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۵/۰۳/۱۸

واژگان کلیدی:
اختلالات اسکلتی عضلانی
مداخله ارگونومی
روش ارزیابی خستگی عضلانی

تمامی حقوق نشر برای دانشگاه علوم پزشکی همدان محفوظ است.

چکیده

مقدمه: اختلالات اسکلتی- عضلانی بخش عمده‌ای از بیماری‌های شغلی را در محیط‌های کاری به خود اختصاص می‌دهند، هدف این مطالعه ارزیابی ریسک فاکتورهای اختلالات اسکلتی عضلانی با استفاده از روش ارزیابی خستگی عضلانی (MAF) و اجرای مداخله ارگونومی و تأثیر آن‌ها بر کاهش سطح ریسک بود.

روش کار: در این مطالعه مداخله‌ای ۱۵ نفر از کارگران خط مونتاژ به صورت سرشماری انتخاب شدند. مستندات پزشکی این افراد مورد بررسی قرار گرفت و آنان پرسشنامه نوردیک را بعد از یک سال از مداخله صورت گرفته تکمیل کردند. فعالیت این افراد در بخش خط مونتاژ با استفاده از روش ارزیابی خستگی عضلانی (MAF) ارزیابی‌شده و کارگران آموزش‌های لازم را دیدند. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS-16 انجام شد.

یافته‌ها: ارزیابی اولیه نشان داد که اندام‌های گردن، کمر، پا و زانو به ترتیب در ۶/۶۷، ۲۰ و ۱۳/۳۳ درصد از کارگران در سطح "خیلی زیاد" اولویت اقدام اصلاحی است. بعد از انجام مداخلات، درصد افراد مبتلا به اختلالات اسکلتی عضلانی در ناحیه گردن در سطح "خیلی زیاد" اقدامات اصلاحی به صفر رسید. همچنین اندام‌های که در سطح "زیاد" اقدامات اصلاحی قبل از مداخله قرار داشتند درصد آن‌ها تا حد زیادی کاهش یافت. مثلاً در ناحیه کمر از ۶۰ درصد بعد از مداخله به ۳۳/۳۳ درصد و در ناحیه گردن این اختلالات از ۵۳ درصد به ۲۶/۲۷ درصد کاهش یافت. در مجموع از ۳۰ مورد اختلالات شناسایی‌شده قبل از مداخله با مداخله صورت گرفته این تعداد به ۱۱ مورد رسید.

نتیجه‌گیری: با اجرای اقدامات اصلاحی در این صنعت طبق روش ارزیابی خستگی عضلانی سطح ریسک ابتلا به اختلالات اسکلتی عضلانی و بر طبق پرسشنامه نوردیک میزان شیوع این اختلالات به میزان قابل‌توجهی کاهش یافت.

مقدمه

اختلالات اسکلتی عضلانی مرتبط با کار یک مسئله جدی با پیامدهای اقتصادی زیاد است. این اختلالات با توجه به نوع شغل با شدت و حدت متفاوتی در افراد شاغل بروز می‌کند. این اختلالات یکی از عوامل شایع آسیب‌های شغلی و ناتوانی در کشورهای صنعتی و کشورهای در حال توسعه است [۱]. مهم‌ترین ریسک فاکتورهایی که در ایجاد اختلالات اسکلتی عضلانی نقش دارند عبارت انداز: فعالیت تکراری، اعمال نیروی زیاد، پوسچرکاری نامناسب، فشارهای تماسی، ارتعاش و خستگی فیزیکی. برخلاف بسیاری از بیماری‌های شغلی که منشأ آن‌ها مواجهه با این عامل مخاطره‌آمیز ویژه می‌باشد، ناراحتی‌های اسکلتی عضلانی به عنوان یک آسیب چند عاملی توصیف می‌شود [۲, ۳]. این اختلالات منجر به کاهش کیفیت کار، افزایش هزینه‌های درمانی، غیبت از کار و اثرات فراوان اقتصادی برروی فرد، سازمان وجامعه می‌شود[۴]. طبق بررسی پذیرفته توسط سازمان بهداشت جهانی (WHO) و مستندات ارائه شده توسط این سازمان در سال ۲۰۱۳ در بین بیماری‌های شغلی، اختلالات اسکلتی عضلانی ناشی از کار پس از بیماری‌های تنفسی در رتبه دوم قرار دارد[۵]. موسسه آمار ایالات متحده آمریکا نیز در گزارشی ۱/۳ از کل روزهای از دست رفته کاری در این کشور را مرتبط با اختلالات اسکلتی عضلانی ذکر نموده است. همچنین براساس تحقیقات انجام‌شده، میزان روز کاری از دست رفته ناشی از اختلالات اسکلتی عضلانی در سال ۲۰۰۵ حدود ۱۱/۶ میلیون روز کاری می‌باشد[۶]. فعالیت‌های مونتاژ

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2025-07-15]
[DOI: 10.21859/johe-03015]

شامل فعالیت‌های دستی، موقعیت یابی قطعات و استفاده از نیروی کنترل شده جهت جفت کردن قطعات در کنار یکدیگر می‌باشد. تحت شرایط رقابتی بازار کسب‌وکار، صنایع مونتاژ تحت فشار زیادی قرار دارند. از طرفی نیرو جهت افزایش تعداد محصولات وجود دارد اما از طرف دیگر فشار جهت کاهش هزینه‌ها نیز وجود دارد درحالی‌که کیفیت باید حفظ شود. این فشار وارده بر شرکت‌ها احتمالاً بر همه کارگران و به ویژه بر اپراتورها وارد می‌شود [۷]. علم ارگونومی به انسان کمک می‌کند تا با بهره‌گیری از تکنیک‌ها و شیوه‌هایی خاص موقعیت فرد و شرایط کاری وی را به هنگام انجام وظیفه ارزیابی نموده و با ایجاد مداخلات و اقدامات اصلاحی در محیط کار و زندگی، وسایل و تجهیزات مورد استفاده را مطابق با توانمندی‌ها و ویژگی‌های بدنی انسان طراحی کند و در نهایت از بروز اختلالات اسکلتی عضلانی پیشگیری نماید[۸, ۹]. این مطالعه در یک صنعت مونتاژ در پی شکایت‌های فراوان کارگران مبنی بر وجود کمردردهایی که منجر به تغییر شغل‌های متعدد شده صورت گرفته است. روش‌های مشاهده ارزیابی ریسک فاکتورهای اختلالات اسکلتی عضلانی، اغلب برای ارزیابی بار کاری فیزیکی به منظور تعیین خطرات شغلی و پایش تغییرات ارگونومیکی بکار می‌رود[۱۰]. این روش‌ها آسان و کم هزینه هستند [۲]. به دلیل شیوع اختلالات اسکلتی عضلانی و افزایش مرخصی استعلاجی ناشی از این اختلالات در این صنعت، بررسی دقیق و انتخاب روشی مناسب جهت ارزیابی اختلالات اسکلتی عضلانی ضرورت می‌یابد. در این مطالعه با استفاده از روش ارزیابی خستگی عضلانی سطح اولویت اقدامات اصلاحی برای نواحی مختلف بدن شامل گردن، شانه، کمر، بازو، آرنج، مچ دست، انگشتان، زانو، مچ پا، پاشنه تعیین شد همچنین به منظور بررسی شیوع و ثبت علائم اختلالات اسکلتی- عضلانی و رابطه آن با عوامل شغلی از پرسشنامه نوردیک استفاده گردید. از این پرسشنامه در بسیاری کشورهای دنیا مورد استفاده قرار گرفته است[۱۱-۱۳]. در ایران نیز در صنایع مختلفی نظیر لاستیک سازی، جوشکاری، فرش‌بافی، تولید کفش و تولید ماشین‌آلات کشاورزی استفاده شده است [۱۸-۱۵]. با توجه به موارد فوق، این مطالعه باهدف ارزیابی و شناسایی علت شیوع اختلالات اسکلتی- عضلانی، ارائه و پیاده‌سازی اقدام اصلاحی مناسب در جهت بهبود هرچه بهتر ایستگاه‌های کاری در این صنعت و کاهش اختلالات صورت گرفته است.

روش کار

این پژوهش، مطالعه مداخله‌ای است که در سال ۱۳۹۴ در یک صنعت مونتاژ تراکتور صورت گرفت. بعد از یک سال یعنی در سال ۱۳۹۵ نتایج مداخله مورد بررسی قرار گرفت. حجم نمونه تعداد ۱۵ نفر از جامعه مونتاژکاران در خط تولید به روش سرشماری بود که بیشتر وظایف آن‌ها تزئینات و مکانیکی (نصب قطعات ترمز، تجهیزات برقی، وسایل برق و رگلاژ موتور و غیره) بود. لازم به ذکر است کلیه افراد مورد مطالعه مرد بودند. با انجام یک مطالعه کیفی از محل کار و غربالگری اولیه از نظر خطر ابتلا به اختلالات اسکلتی عضلانی در سالن مونتاژ، مصاحبه با سرپرست و بررسی پرونده‌های پزشکی کارگران، ایستگاه‌های کاری که دارای ریسک ابتلا به اختلالات اسکلتی بالایی هستند شناسایی شدند. در ابتدا به منظور تعیین فراوانی اختلالات اسکلتی عضلانی از پرسشنامه نوردیک استفاده شد. و بعد برای ارزیابی ریسک فاکتورهای ایجادکننده اختلالات اسکلتی عضلانی و تعیین سطوح ریسک در افراد مورد مطالعه از روش ارزیابی خستگی عضلانی (MAF) استفاده گردید. بعد از ارزیابی، مداخله مهندسی به صورت طراحی صندلی چرخ دار به منظور به حداقل رساندن پوسچرهای نامطلوب بدن و نیز مداخلات مدیریتی از قبیل: آموزش اصول ارگونومی، توصیه جهت ایجاد وقفه‌های کوتاه مدت و متوالی استراحت در حین کار، توصیه به حرکات نرمشی در موقع استراحت صورت گرفت. پس از پیاده‌سازی مداخلات، ارزیابی ریسک فاکتورهای ایجادکننده ناراحتی‌های اسکلتی عضلانی و همچنین بررسی فراوانی اختلالات اسکلتی عضلانی، مجدداً به ترتیب توسط روش ارزیابی خستگی عضلانی (MAF) و پرسشنامه نوردیک بعد از یک سال پس از شروع مداخلات، در مشاغل مورد نظر انجام پذیرفت و میزان اثربخشی مداخلات ارگونومیکی بعد از مداخلات، تعیین و داده‌ها با قبل از مداخلات مقایسه شد. در پایان اطلاعات جمع‌آوری شده با استفاده از نرم‌افزار 16-SPSS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و درصد ریسک در نواحی مختلف بدن قبل و بعد از مداخله مشخص شد.

روش ارزیابی خستگی عضلانی "MAF"

این روش به عنوان تکنیک ارزشیابی عملکرد شغلی شناخته می‌شود. که توسط Rodgers و Williams در سال ۱۹۸۷ جهت توصیف ناراحتی کارگران خط مونتاژ اتومبیل ارائه شد. پایه و اساس این روش، مطالعه فیزیولوژی خستگی عضلانی در سطوح مختلفی از میزان نیروی اعمال‌شده و مدت زمان اعمال نیرو می‌باشد. تعداد دفعات اعمال نیرو توسط عضله در یک سیکل کاری، زمان استراحت مورد نیاز عضله را بین دو اعمال نیروی متوالی در یک سیکل کاری را تعیین می‌کند. از این رو می‌تواند به وسیله منحنی مدت زمان انقباض ایزومتریک

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2025-07-15]

[DOI: 10.21859/johe-03015]

/ زمـان اسـتراحت مـورد نیـاز، میـزان خسـتگی تجمـع یافتـه در عضلـه در مـدت انجـام وظیفـه را تخمیـن زد. روش ارزیابـی خسـتگی عضلانـی (MAF) بـه منظـور ارزیابـی وظایـف تولیـدی کـه کمتـر از ۱۲ تـا ۱۵ تکـرار در دقیقـه دارنـد، بهتریـن روش اسـت. بعضـی از عضـلات کـه نیـروی کمتـری بـه آن‌هـا وارد می‌شـود ممکـن اسـت بـه علـت ترتیـب تکـرار و زمـان اعمـال نیـروی بیشـتر، نسـبت بـه عضـلات بـا نیـروی زیـاد و مـدت زمـان کوتـاه اعمـال نیـرو، بیشـتر در معـرض خسـتگی و آسـیب باشـند. در ایـن روش زمانـی کـه بهبود در شـرایط کار ایجـاد می‌گـردد مجـدداً وظایـف و همـه قسـمت‌های بـدن مـورد ارزیابـی قـرار می‌گیرنـد زیـرا تغییـرات ایجادشـده ممکـن اسـت نیـروی وارده بـه دیگـر گـروه عضـلات را تغییـر دهـد و محدودیت‌هـای جدیـدی را ایجـاد کنـد. لازم بـه ذکـر اسـت بـا توجـه بـه مطالعـات انجام‌شـده روش ارزیابـی مـورد اسـتفاده در ایـن مطالعـه از اعتبـار و اعتمـاد لازم برخـوردار اسـت [۱۴, ۱۵].

مراحـل ارزیابـی خسـتگی عضلانـی بـه شـرح زیـر می‌باشـد:

مرحلـه اول: شناسـایی مشـاغل بـا ریسـک بـالا. مرحلـه دوم: انتخاب وظایـف بـه منظـور آنالیـز. مرحلـه سـوم: تعییـن میـزان (سـطح) اعمـال نیـرو بـرای هـر یـک از قسـمت‌های بـدن. مرحلـه چهـارم: تعییـن مـدت زمـان اعمـال نیـرو. مرحلـه پنجـم: تعییـن تکـرار (فرکانـس) در دقیقـه بـرای هـر قسـمت بـدن. مرحلـه ششـم: اسـتفاده از عـدد سـه رقمـی بـه دسـت آمـده از مراحـل سـوم، چهـارم و پنجـم بـه منظـور تعییـن سـطح "اولویـت تغییـر یـا اقـدام اصلاحـی". لازم بـه توضیـح اسـت بعـد از اجـرای مراحـل فـوق از ارزیابـی یـک عـدد سـه رقمـی بـه دسـت می‌آیـد، کـه عـدد یـکان امتیـاز کسب‌شـده تکـرار اعمـال نیـرو، عـدد دهـگان امتیـاز کسب‌شـده مـدت زمـان اعمـال نیـرو و عـدد صـدگان میـزان نیـروی اعمال‌شـده را نشـان می‌دهـد. مرحلـه هفتـم: تعییـن چگونگـی رتبه‌بنـدی از زیـاد تـا خیلـی زیـاد (اولویـت تغییـر یـا سـطح اقدامـات اصلاحـی). مرحلـه هشـتم: تعییـن اسـتراتژی بـرای یافتـن علـت اصلـی افزایـش رتبـه اولویـت تغییـر یـا اقدامـات اصلاحـی. مرحلـه نهـم: رتبه‌بنـدی وظایـف بـا اسـتفاده از کلیـه قسـمت‌های بـدن جهـت تعییـن اثـرات یـک تغییـر پیشنهادشـده در راحتـی و خسـتگی کارگـر. در ایـن مطالعـه تـا مرحلـه هفـت انجـام شـد و بـرای هـر وظیفـه سـطح اقدامـات اصلاحـی بـرای هرعضـو تعییـن گردیـد. بـه منظـور اسـتفاده بهتـر از ایـن روش و همچنیـن اولویـت بنـدی بیـن مشـاغل از نظـر ریسـک ایجـاد اختـلالات اسـکلتی عضلانـی، پوسـچر اندام‌هـای مختلـف در سـه فاکتـور مـدت زمـان، تکـرار و میـزان اعمـال نیـرو مـورد ارزیابـی قـرار می‌گیرنـد. بـرای هـر یـک از فاکتورهـای ذکـر شـده چهـار سـطح بـه منظـور کسـب امتیـاز وجـود دارد کـه در جـدول ۱ ارائـه شـده اسـت. لازم بـه ذکـر اسـت کـه میـزان (سـطح) اعمـال نیـرو بـا اسـتفاده از برگـه ارزیابـی خسـتگی عضلانـی تعییـن می‌شـود[۱۶]. بنابرایـن نتیجـه حاصـل از ارزیابـی سـه فاکتـور مذکـور یـک عـدد سـه رقمـی اسـت کـه سـطح اولویـت تغییـرات یـا اقدامـات اصلاحـی را نشـان می‌دهـد.

جدول ۱: تعیین سطح تغییر یا اقدامات اصلاحی در روش MFA

فاکتورهای مورد ارزیابی	کم (امتیاز ۱)	متوسط (امتیاز ۲)	زیاد (امتیاز ۳)	خیلی زیاد (امتیاز ۴)
مدت زمان اعمال نیرو (ثانیه)	<۶	۶-۲۰	۲۰-۳۰	>۳۰
تکرار (تکرار بر دقیقه)	۱>	۱-۵	۵-۱۵	>۱۵

جدول ۲: امتیاز مدت زمان و تکرار اعمال نیرو فاکتورهای مورد بررسی در روش MFA

کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد
۱۱۱	۱۲۳	۲۲۳	۳۲۳
۱۱۲	۱۳۲	۳۱۳	۳۳۱
۱۱۳	۲۱۳	۳۲۱	۳۳۲
۲۱۱	۲۲۲	۳۲۲	
۱۲۱	۲۳۱		۴xx*
۲۱۲	۲۳۲		X۴x*
۳۱۱	۳۱۲		Xx۴*
۱۲۲			
۱۳۱			
۲۲۱			

*اگر هر یک از سه فاکتور مورد بررسی در یک پوسچر امتیاز ۴ را کسب کنند پوسچر مورد نظر در بالاترین سطح اولویت تغییر (خیلی زیاد) قرار می‌گیرد حتی اگر دو فاکتور دیگر در پوسچر در وضعیت ایمن قرار داشته باشند.

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2025-07-15]

[DOI: 10.21859/johe-03015]

جدول ۲ نشان می‌دهد که عدد سه رقمی حاصل از ارزیابی در کدام سطح اولویت تغییرات یا اقدامات اصلاحی قرار می‌گیرد. برای مثال اگر عضوی در فاکتور تکرار اعمال نیرو امتیاز ۳، در مدت زمان اعمال نیرو امتیاز ۲ و در میزان اعمال نیرو امتیاز ۳ را کسب کرده باشد نمره نهایی عضو برابر ۳۲۱ خواهد بود که با توجه به جدول ۲ این عضو در سطح زیاد (High) اولویت تغییر یا اقدامات اصلاحی قرار می‌گیرد.

یافته‌ها

اطلاعات توصیفی مربوط به متغیرهای زمینه‌ای و دموگرافیک کارگران، همچنین نتایج مربوط به پرسشنامه نوردیک قبل و بعد از مداخله در جدول ۱ نشان داده شده است. ۱۵ کارگر ارزیابی‌شده در این صنعت دارای متوسط قد ۴/۶۶ ± ۱/۷۷، میانگین سنی ۲/۵۰ ± ۳۴/۷۳ و میانگین سابقه کار ۱/۲۲ ± ۹ هستند.

با توجه به جدول ۴، نتایج حاصل از ارزیابی خستگی عضلانی (MFA) قبل از مداخله رانشان می‌دهد، همان طور که مشخص است اندام‌های گردن، کمر، پا و زانو به ترتیب در ۶/۶۷، ۲۰ و ۱۳/۳۳ درصد از کارگران در سطح "خیلی زیاد" اولویت اقدام اصلاحی قرار دارند که بی درنگ باید اقدامات اصلاحی صورت گیرد. بنابراین می‌توان گفت که وضعیت کمر در شغل مونتاژکاری نسبت به سایر اعضای بدن از ریسک بالاتری برای ابتلا به اختلالات اسکلتی عضلانی برخوردار است. لازم به ذکر است که پا و زانو و قوزک و پنجه پا نیز به ترتیب در ۲۶/۶۷ و ۲۰ درصد از کارگران در سطح "زیاد" اقدامات اصلاحی قرار دارد که باید در نزدیک‌ترین زمان نسبت به رفع شرایط ارگونومیک نامناسب اقدام گردد. همان طور که مشخص است تقریباً در همه اندام‌های مختلف بدن، درصدی از افراد مورد مطالعه در سطح "متوسط" اقدامات اصلاحی قرار دارند. تنها عضوی که در سطح "کم" اقدامات اصلاحی، افراد اختلالات اسکلتی نداشتند مچ و انگشتان دست بود. جدول ۵، نتایج حاصل از ارزیابی خستگی عضلانی (MFA) بعد از مداخله رانشان می‌دهد، همان طور که مشخص است درصد افراد مبتلا به اختلالات اسکلتی عضلانی در ناحیه گردن بعد از مداخله در سطح "خیلی زیاد" اقدامات اصلاحی به صفر رسیده است. همچنین اندام‌های که در سطح "زیاد" اقدامات اصلاحی قبل از مداخله قرار داشتند درصد آن‌ها تا حد زیادی کاهش یافت. مثلاً در ناحیه کمر از ۶۰ درصد بعد از مداخله به ۳۳/۳۳ درصد و در ناحیه گردن این اختلالات از ۵۳ درصد به ۲۶/۲۷ درصد کاهش یافت. لازم به ذکر است که اندام‌های مختلف بدن در سطح "کم" بعد از مداخله، درصد اختلالات اسکلتی عضلانی در آن‌ها به صفر رسید.

جدول ۳: نتایج پرسشنامه نوردیک در ۱۵ کارگر مونتاژکار قبل و بعد از مداخله

ردیف	سن (سال)	قد (سانتی متر)	سابقه کار (سال)	نتایج پرسشنامه قبل از مداخله	نتایج پرسشنامه بعد از مداخله
۱	۳۲	۱۷۵	۸	ناراحتی در ناحیه کمر و گردن	ناراحتی خاصی ندارد
۲	۳۳	۱۸۳	۶	ناراحتی در ناحیه شانه، بازو و مچ دست	ناراحتی در ناحیه مچ دست
۳	۳۷	۱۸۵	۱۰	ناراحتی در ناحیه کمر و زانو	ناراحتی در ناحیه کمر
۴	۳۴	۱۷۸	۱۰	ناراحتی در ناحیه کمر، زانو و مچ دست	ناراحتی در ناحیه زانو
۵	۳۴	۱۷۰	۸	ناراحتی در ناحیه زانو و بازو	ناراحتی در ناحیه زانو
۶	۳۳	۱۷۵	۹	ناراحتی در ناحیه مچ دست و زانو	ناراحتی در ناحیه مچ دست
۷	۳۵	۱۷۳	۱۰	ناراحتی خاصی ندارد	ناراحتی خاصی ندارد
۸	۳۴	۱۸۰	۱۰	ناراحتی در ناحیه کمر و پنجه	ناراحتی در ناحیه کمر
۹	۳۳	۱۷۵	۱۰	ناراحتی در ناحیه زانو و گردن	ناراحتی در ناحیه گردن
۱۰	۴۲	۱۸۰	۸	ناراحتی در ناحیه کمر و پنجه	ناراحتی در ناحیه کمر
۱۱	۳۷	۱۷۵	۱۰	ناراحتی در ناحیه مچ، کمر و زانو	ناراحتی در ناحیه مچ و زانو
۱۲	۳۴	۱۷۲	۸	ناراحتی خاصی ندارد	ناراحتی خاصی ندارد
۱۳	۳۳	۱۷۸	۱۰	ناراحتی در ناحیه گردن، زانو و مچ دست	ناراحتی در ناحیه گردن
۱۴	۳۶	۱۸۱	۱۰	ناراحتی در ناحیه کمر و زانو و پنجه	ناراحتی در ناحیه کمر
۱۵	۳۴	۱۶۹	۹	ناراحتی در ناحیه گردن، شانه و بازو	ناراحتی در ناحیه گردن

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2025-07-15]

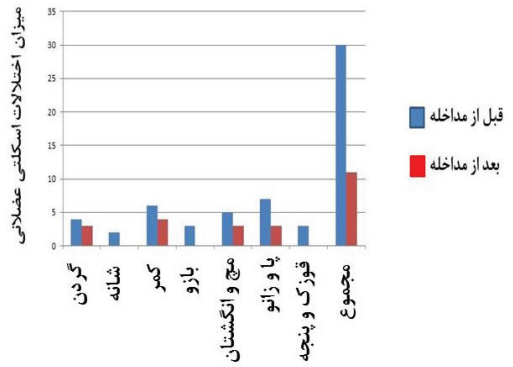
[DOI: 10.21859/johe-03015]

جدول ۴: سطح ریسک یا اولویت اقدامات اصلاحی در نواحی مختلف با استفاده از روش MFA قبل از مداخله

سطح ریسک یا اولویت اقدامات اصلاحی	درصد ریسک در نواحی مختلف						
	گردن	شانه	کمر	بازو	مچ و انگشتان	پا و زانو	قوزک و پنجه
کم	۲۰	۲۶/۶۷	۶/۶۷	۲۰	-	۱۳/۳۳	۲۶/۶۷
متوسط	۱۳/۳۳	۲۰	۱۳/۳۳	۱۳/۳۳	۳۳/۳۳	۴۰	۳۳/۳۳
زیاد	۵۳	۱۳/۳۳	۶۰	-	۲۶/۶۷	۲۶/۶۷	۲۰
خیلی زیاد	۶/۶۷	-	۲۰	-	-	۱۳/۳۳	-

جدول ۵: سطح ریسک یا اولویت اقدامات اصلاحی در نواحی مختلف با استفاده از روش MFA بعد از مداخله

سطح ریسک یا اولویت اقدامات اصلاحی	درصد ریسک در نواحی مختلف						
	گردن	شانه	کمر	بازو	مچ و انگشتان	پا و زانو	قوزک و پنجه
کم	-	-	-	۶/۶۷	-	-	۶/۶۷
متوسط	۶/۶۷	۶/۶۷	۶/۶۷	-	۱۳/۳۳	۲۶/۶۷	۱۳/۳۳
زیاد	۲۶/۲۷	۶/۶۷	۳۳/۳۳	-	۱۳/۳۳	۱۳/۳۳	۱۳/۳۳
خیلی زیاد	-	-	۱۳/۳۳	-	-	۶/۶۷	-



تصویر ۱: مقایسه تعداد موارد اختلالات اسکلتی عضلانی قبل و بعد از مداخله

تصویر ۲: تصویر اپراتور خط مونتاژ قبل و بعد از مداخله

نتایج حاصل از پرسشنامه نوردیک قبل و بعد از مداخله در تصویر ۱ آمده است. همان طور که مشخص است اختلالات اسکلتی عضلانی در اندام‌های شانه، بازو، قوزک و پنجه در افراد مورد مطالعه به صفر رسیده است. همچنین در اندام‌های گردن، کمر، مچ و انگشتان، پا و زانو تعداد موارد اختلالات اسکلتی به ترتیب از ۴،۶، ۵، ۷ به ۴، ۳، ۳ و ۳ کاهش یافته است. در مجموع از ۳۰ مورد اختلالات شناسایی‌شده قبل از مداخله با مداخله صورت گرفته این تعداد به ۱۱ مورد رسیده است (تصویر ۲).

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2025-07-15]

[DOI: 10.21859/johe-03015]

بحث

با توجه به پرونده‌های پزشکی، پرسشنامه نوردیک و ارزیابی پوسچر به روش MFA همگی تأیید می‌کردند که اپراتورهای شاغل در بخش مونتاژ در معرض خطر زیاد ابتلا به اختلالات اسکلتی عضلانی هستند که در بیشتر آن‌ها اختلالات اسکلتی عضلانی بروز کرده بود. در مطالعه که توسط ذکایی و همکاران در یک سالن مونتاژ کارخانه تولید خودرو با استفاده از دو روش ارزیابی پوسچر MFA و RULA صورت گرفت نتایج نشان که ریسک فاکتورهای زیادی وجود دارد که ممکن است باعث بروز اختلالات اسکلتی عضلانی شود[۱۴]. نتایج حاصل از پرسشنامه نوردیک و ارزیابی پوسچر کارگران شاغل در بخش مونتاژ به روش MFA قبل از مداخله نشان داد که ریسک اختلالات اسکلتی عضلانی در اندام‌های مختلف این کارگران بالا است در نتیجه اقدام اصلاحی یا مداخله در این واحد خیلی ضروری بود. با طراحی صندلی چرخ دار بخش زیادی از این اختلالات حذف شد به طوری که درصد افراد مبتلا به اختلالات اسکلتی عضلانی در ناحیه گردن بعد از مداخله در سطح "خیلی زیاد" اقدامات اصلاحی به صفر رسید. همچنین اندام‌های که در سطح "زیاد" اقدامات اصلاحی قبل از مداخله قرار داشتند درصد آن‌ها تا حد زیادی کاهش یافت. به عنوان مثال این اختلالات در ناحیه کمر از ۶۰ درصد بعد از مداخله به ۳۳/۳۳ درصد و در ناحیه گردن این از ۵۳ درصد به ۲۶/۲۷ درصد کاهش یافت. همچنین با توجه به نتایج حاصل از پرسشنامه نوردیک تعداد اختلالات اسکلتی عضلانی در اندام‌های مختلف بدن کارگران از ۳۰ مورد به ۱۱ مورد رسید. در مطالعه که توسط معتمد زاده و همکاران در واحد کوره بلند یک شرکت فولاد صورت گرفت و در آن از پرسشنامه نوردیک و روش REBA استفاده کردند مشخص شد که با اجرای مداخله ارگونومیکی امتیازات نهایی و میزان خطر حاصل از روش REBA کاهش چشمگیری یافته است [۱۷]. در مطالعه که توسط صارمی و همکاران در دندان‌پزشکان انجام شد نتایج نشان داد بعد از اجرای مداخله کاهش معناداری در امتیازات و سطح خطر به دست آمده از روش REBA وجود داشت [۱۸]. همچنین در مطالعه دیگری که توسط معتمد زاده و همکاران در جابجایی دستی کپسول‌های اکسیژن در یک شرکت فولاد انجام شد نتایج نشان داد که با اجرای مداخله ارگونومیکی در واحد ریخته‌گری، ریسک ابتلا به اختلالات اسکلتی عضلانی ناشی از جابجایی دستی کپسول‌های اکسیژن حذف گردید و وضعیت ایمنی کارکنان در برابر ریسک انفجار این کپسول‌ها نسبت به شرایط قبل از مداخله بهبود یافت [۱۹]. در مطالعه‌ای که توسط عزیزی و همکاران در ارتباط با بررسی پوسچرهای کاری به روش RULA و انجام مداخلات ارگونومیکی در واحد کنترل کیفیت یک شرکت تولیدی شیشه صورت گرفت نتایج نشان داد که اجرای مداخله ارگونومیکی صورت گرفته سطح ریسک را به طور اثربخشی کاهش داده است [۲۰]. همچنین نتایج مطالعه دهقان در مداخله ارگونومیک به منظور اصلاح و بهبود پوسچر کار و کاهش ناراحتی اسکلتی عضلانی در مونتاژکاران صنایع الکترونیک مشخص شد که استفاده از لنز بزرگنمایی چشمی می‌تواند شدت ناراحتی در نواحی مختلف و همچنین کل بدن را کاهش داده و از این رو پیش بینی می‌شود بتواند در دراز مدت شیوع اختلالات را به ویژه در نواحی در معرض خطر ابتلا کاهش دهد. یافته‌ها گویای رضایت مونتاژکاران و مؤثر بودن کاربرد آن در عملیات تولید است [۲۱]. مطالعه‌ای در زمینه تأثیر آموزش بر ارتقای آگاهی و نگرش و رفتارهای ارگونومی کارگران، تاکید می‌کند که برای بهبود وضعیت ارگونومی محیط کار، باید راهکارهای مهندسی و آموزشی و مدیریتی باهم ادغام شود. در همین راستا با توجه به اینکه شیفت کاری کارگران به صورت یک شیفت ۸ ساعته و گاهی اوقات همراه با اضافه کاری بود، با آموزش و چرخه مناسب کار و استراحت به طوری که ساعات استراحت بیشتر شد، همچنین به اپراتورهای خط مونتاژ نرمش‌های آموزش داده شد که در طول شیفت کاری خود در زمان‌های استراحت انجام دهند. بعد از یک سال از اجرای مداخله صورت گرفته خطر ابتلا به اختلالات اسکلتی عضلانی به حد مقبولی کاهش پیدا کرد.

نتیجه‌گیری

با توجه به اینکه کارکنان این صنعت یک سال بعد از مداخله پرسشنامه نوردیک را تکمیل کردند. نتایج نشان‌دهنده کاهش شیوع اختلالات اسکلتی عضلانی در این واحد است. با توجه به نتایج به دست آمده از روش MFA و پرسشنامه نوردیک قبل و بعد از مداخله می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که میزان اختلالات اسکلتی عضلانی در کارهای مونتاژ بالا بوده که با مداخله مناسب می‌توان بخش عمده‌ای از این اختلالات را تا حد مقبولی کاهش داد. به نظر می‌رسد زمانی که ارزیابی دقیق‌تری برای شناسایی نقش نواحی مختلف در کسب سطح اقدام اصلاحی مد نظر باشد، همچنین در مواردی که بخش‌های عمده بدن در کار مکانیکی سهم قابل ملاحظه‌ای را دارا باشند می‌توان از روش MFA به طور مؤثرتر بهره جست.

سپاسگزاری

بدین وسیله از کارکنان و مدیریت محترم شرکت تراکتورسازی به ویژه کارشناس محترم بهداشت و ایمنی این شرکت جهت همکاری‌های مؤثر تشکر و قدردانی می‌گردد.

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2025-07-15]

[DOI: 10.21859/johe-03015]

REFERENCES

1. Choobineh A. Posture assessment methods in occupational ergonomics. Hamedan Fanavaran Publ. 2004;5(12):64-72.
2. David GC. Ergonomic methods for assessing exposure to risk factors for work-related musculoskeletal disorders. Occup Med (Lond). 2005;55(3):190-9. DOI: 10.1093/occmed/kqi082 PMID: 15857898
3. Karwowski W, Marras WS. The Occupational Ergonomics Handbook: Crc Press; 1998.
4. Wilson d'Almeida K, Godard C, Leclerc A, Lahon G. Sickness absence for upper limb disorders in a French company. Occup Med (Lond). 2008;58(7):506-8. DOI: 10.1093/occmed/kqn084 PMID: 18587147
5. Organization WH. WHO global plan of action on workers' health (2008–2017): Baseline for implementation. Geneva, Italia: WHO Press; 2013.
6. AH. O. Hse-Offshore: Operations Notice: WHO Press; 2004.
7. Landau K, Peters H, editors. Ergonomic demands in automotive component inspection tasks. XIX Annual International Occupational Ergonomics and Safety Conference on the International Society for Occupational Ergonomics & Safety (ISOES); 2006; Las Vegas, Nevada, USA.
8. Punnett L, Wegman DH. Work-related musculoskeletal disorders: the epidemiologic evidence and the debate. J Electromyogr Kinesiol. 2004;14(1):13-23. DOI: 10.1016/j.jelekin.2003.09.015 PMID: 14759746
9. Choobine A. [Posture assessment methods in occupational ergonomics]. 1st ed: Fannavaran publisher; 2010.
10. Takala EP, Pehkonen I, Forsman M, Hansson GA, Mathiassen SE, Neumann WP, et al. Systematic evaluation of observational methods assessing biomechanical exposures at work. Scand J Work Environ Health. 2010;36(1):3-24. PMID: 19953213
11. Yu W, Yu IT, Li Z, Wang X, Sun T, Lin H, et al. Work-related injuries and musculoskeletal disorders among factory workers in a major city of China. Accid Anal Prev. 2012;48:457-63. DOI: 10.1016/j.aap.2012.03.001 PMID: 22664712
12. Öztürk N, Esin MN. Investigation of musculoskeletal symptoms and ergonomic risk factors among female sewing machine operators in Turkey. Int J Indus Ergonom. 2011;41(6):585-91. DOI: 10.1016/j.ergon.2011.07.001
13. Widanarko B, Legg S, Stevenson M, Devereux J, Eng A, Mannetje At, et al. Prevalence of musculoskeletal symptoms in relation to gender, age, and occupational/industrial group. Int J Indus Ergonom. 2011;41(5):561-72. DOI: 10.1016/j.ergon.2011.06.002
14. Zakaei M, Falahate M, Jalilyan H, Fagheh M, Normohammadi M, Ameri S. [Risk assessment of musculoskeletal disorders by Muscle Fatigue Assessment method and The correlation of results with RULA method]. J Occup Hyg Eng. 2016;3(1):60-9.
15. Knaflitz M, Bonato P. Time-frequency methods applied to muscle fatigue assessment during dynamic contractions. J Electromyogr Kinesiol. 1999;9(5):337-50. PMID: 10527215
16. Stanton NA, Hedge A, Brookhuis K, Salas E, Hendrick HW. Handbook of Human Factors and Ergonomics Methods: CRC Press; 2004.
17. Mo'tamed-Zadeh M, Shafiei-Motlagh M, Darvishi E. [Ergonomics intervention in unit blast furnace of a typical steel company]. J Rehab. 2013;14(3):80-7.
18. Saremi M, Lahmi M, Faghihzade S. [Effects of ergonomic intervention on musculoskeletal disorder among dentists]. Daneshvar Med J. 2006;14(1):55-62.
19. Motamedzadeh M, Shafiei Motlagh M, Darvishi E. [Ergonomics intervention in manual handling of oxygen]. J Health Saf Work. 2013;3(1):19-28.
20. Azizi M, Motamedzade M. [Working postures assessment using rula and ergonomic interventions in quality control unit of a glass manufacturing company]. J Ergonom. 2013;1(1):73-9.
21. Dehghan N, Choobineh A, Hasanzadeh J. [Interventional ergonomic study to correct and improve working postures and decrease discomfort in assembly workers of an electronic industry]. Iran Occup Health. 2013;9(4):71-9.

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2025-07-15]

[DOI: 10.21859/johe-03015]

Journal of Occupational Hygiene Engineering Original Article
No 9, Volume 3, Issue 1

Risk Assessment of Musculoskeletal Disorders by Muscle Fatigue Assessment Method and Implementation of an Ergonomic Intervention in Assembly Industry

Majid Motamedzade [1], Keivan Saedpanah [2,*], Tahereh Eskandari [2], Keivan Salimi [3]

[1] *Department of Occupational Hygiene, School of Public Health and Research Center for Health Sciences, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran*
[2] *Msc Student, Occupational Health Engineering, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran*
[3] *Expert, Marivan Health Center, Marivan, Kurdistan, Iran*

** Corresponding author: Keivan Saedpanah, Msc Student, Occupational Health Engineering, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran. E-mail: keivan.saedpanah@gmail.com*

DOI: 10.21859/johe-03015

Received: 1.05.2016
Accepted: 07.06.2016

Keywords:
Musculoskeletal disorders
Ergonomic Intervention
Muscle Fatigue Assessment method

How to Cite this Article:
Motamedzade M, Saedpanah K, Eskandari T, Salimi K. Risk Assessment of Musculoskeletal Disorders by Muscle Fatigue Assessment Method and Implementation of an Ergonomic Intervention in Assembly Industry. J Occup Hyg. 2016;2(4):33-40. DOI: 10.21859/johe-03015

© 2016 Hamedan University of Medical Sciences.

Abstract

Introduction: Musculoskeletal disorders are a major part of occupational diseases in working environments. The aim of this study was to evaluate the risk factors of musculoskeletal disorders by the Muscle Fatigue Assessment (MFA) method. This study also sought to determine the effects of an ergonomic intervention on the mentioned risk in an assembly industry.

Methods: This study was conducted on 15 people working in the assembly line. Medical records of assembly line workers were reviewed and Nordic Musculoskeletal Questionnaires (NMQ) after one year of intervention. Activities of these workers in the assembly line were evaluated by the Muscle Fatigue Assessment method (MFA) and workers were given the necessary training. Data were analyzed using the SPSS-16 software.

Results: The initial evaluations showed that neck, back, leg and knee, respectively in 6.67, 20 and 13.33% were in "very high" priority corrective measures. Re-assessments after the intervention showed that percentage of people with musculoskeletal disorders in the neck in the "very high" corrective actions changed to zero. The percentage of organs, with "high" corrective actions before the intervention, was greatly reduced. For example, a reduction was recorded around the waist from 60% to 33.33% and neck from 53% to 26.27% after the intervention. A total of 30 cases of abnormalities were detected before the intervention, and after the intervention this number reduced to 11.

Conclusions: According to MFA score, risk of musculoskeletal disorders was reduced by intervention in this industry and according to Questionnaire, prevalence of musculoskeletal disorders was also significantly reduced.

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2025-07-15]
[DOI: 10.21859/johe-03015]