

ارزیابی اختلالات اسکلتی - عضلانی بخشهای انتهایی اندامهای فوقانی (DUE) به روش شاخص تنش (SI) در یک صنعت آهنکاری

سید علی موسوی نجار کلا^۱، سارا کریمی^۲، رجبعلی حکم آبادی^۳

چکیده

زمینه و هدف: اختلالات اسکلتی - عضلانی ناشی از کار یکی از شایع ترین مشکلات جمعیت های کاری در بسیاری از کشورها خصوصاً در صنایع مختلف ایران می باشد، بدین ترتیب در این مطالعه به منظور ارزیابی نقش و اثر تلفیقی ریسک های ایجادکننده این گونه اختلالات، روش شاخص تنش مورد استفاده قرار گرفت.

روش بررسی: این تحقیق یک مطالعه توصیفی - تحلیلی است که در آن ۴۴۸ نفر کارگر مرد شاغل در صنعت آهنکاری قائم شهر (۶۳ نفر کارگر شاغل در بخش اداری به عنوان گروه کنترل و ۳۸۵ نفر کارگر شاغل در چهار شغل تراشکاری، جوشکاری، ذوب فلزات، و ریخته گری به عنوان گروه مورد) به صورت سرشماری تحت بررسی قرار گرفتند و تلفیقی از چهار روش مشاهده ای، روش مصاحبه، روش پرسشنامه استاندارد نوردیک و روش شاخص تنش مورد استفاده قرار گرفت. آنالیز داده های جمع آوری شده با استفاده از نرم افزار SPSS انجام شد و با استفاده از نرم افزار Excel نمودارها رسم گردید.

یافته ها: نتایج بدست آمده در این تحقیق نشان داد بالاترین نرخ شیوع اختلالات اسکلتی - عضلانی بخشهای مختلف اندام های فوقانی به ترتیب به مشاغل ذوب فلزات، تراشکاری، ریخته گری و جوشکاری اختصاص یافت. آزمون آماری کای اسکوئر، ارتباط معنی داری را میان گروههای شغلی و سنی مختلف نشان داده است ($\chi^2 = 7/33$ df = 16 $p < 0/001$). آزمون آنالیز واریانس یکطرفه، اختلاف معنی داری بین میانگین شاخص تنش محاسبه شده برای مشاغل اداری (۱/۰۶)، تراشکاری (۶/۵۲)، جوشکاری (۳/۶۸)، ذوب فلزات (۷/۷۹)، ریخته گری (۶/۳۳) نشان داد ($F = 5/92$ df = 16 $p = 0/005$). بدین ترتیب ذوب فلزات به عنوان شغل مخاطره آمیز (سطح ریسک ۴)، تراشکاری و ریخته گری به عنوان مشاغل با ریسک اندک (سطح ریسک ۳)، جوشکاری به عنوان شغل با ریسک نامطمئن (سطح ریسک ۲) و بخش اداری به عنوان شغل ایمن (سطح ریسک ۱) قلمداد گردیدند. آزمون آماری کای اسکوئر، ارتباط معنی داری را بین اختلالات بخشهای انتهایی اندامهای فوقانی و گروههای شغلی مورد بررسی نشان داده است ($\chi^2 = 11/92$ df = 12 $p = 0/004$). آزمون آماری paired t-test با همبستگی مستقیم و نسبتاً کامل اختلاف معنی داری بین میانگین شاخص تنش دست راست (۶/۵۳) و دست چپ (۴/۲۹) نشان داد ($t = 0/69$ $t = 3/15$ df = 4 $p < 0/001$).

نتیجه گیری: روش شاخص تنش، روش کار آمد و مفیدی به منظور ارزیابی ریسک فاکتورهای دخیل در بروز اختلالات اسکلتی - عضلانی اندامهای فوقانی، طبقه بندی مشاغل و اصلاح شرایط کاری جهت پیشگیری از بروز اینگونه اختلالات می باشد.

کلیدواژه ها: شاخص تنش، SI، اختلالات اسکلتی - عضلانی بخشهای انتهایی اندام های فوقانی، DUE، ریسک فاکتورهای ارگونومیکی

۱- (نویسنده مسئول) عضو هیئت علمی، گروه بهداشت حرفه ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی. (email:mosavi58@gmail.com)

۲- هیئت علمی، گروه بهداشت حرفه ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان.

۳- فوق لیسانس بهداشت حرفه ای، گروه بهداشت حرفه ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی.

مقدمه

اختلالات اسکلتی - عضلانی مرتبط با کار در بخش های انتهایی اندامهای فوقانی (DUEMSDs) به وضعیتی دلالت دارد که اعصاب، تاندونها، عضلات و ساختارهای آناتومیکی حمایت کننده بدن در بخشهای انتهایی اندامهای فوقانی (DUE) را درگیر می سازد [۱]. براساس آمار منتشره توسط دیوان آمار کار آمریکا (BLS) در سال ۱۹۹۶، تقریباً دوسوم بیماریها و اختلالات مرتبط با کار را اختلالات اسکلتی - عضلانی مرتبط با کار (WMSDs) تشکیل می دهد [۲، ۳]. مطابق با آمار واصله دومین بررسی اروپایی از شرایط کاری در سال ۱۹۹۶، امروزه ۲۰ درصد کل کارگران از کمردرد (LBP) و ۱۷ درصد آنها از درد اندامهای فوقانی (ULDS) رنج می برند، و ۴۵ درصد کل کارگران در شرایط و وضعیت بدنی نامناسب، خسته کننده و طاقت فرسا کار می کنند [۴]. در سالهای اخیر، اختلالات اسکلتی - عضلانی اندامهای فوقانی (ULMSDs) بخصوص سندرم تونل کارپال به عنوان یکی از مهمترین و شایع ترین مشکلات در بین کارگران صنایع و ادارات در کشورهای آمریکایی و نیز در سایر کشورهای توسعه یافته صنعتی و در حال توسعه صنعتی دنیا معرفی گردیده است [۵]. برطبق گزارش سال ۲۰۰۰ مربوط به سازمان ملی ایمنی و بهداشت شغلی آمریکا (NIOSH)، هر ساله ۱/۸ میلیون کارگر آمریکایی، اختلالات اسکلتی - عضلانی مرتبط با کار را تجربه می کنند که در حدود یک سوم این صدمات و اختلالات به طور شدیدی منجر به کناره گیری و ترک کاری گردید [۶]. اختلالات اسکلتی عضلانی مرتبط با کار، اثرات سوء قابل توجهی بر روی جمعیت های کاری دارند (H.2000 Riihimäki). توجه و تاکید بر روی اختلالات اسکلتی - عضلانی مرتبط با کار به طور چشمگیری در طی ۱۰ سال اخیر به سبب بروز ناتوانیها؛ غیبت های ناشی از کار، و از دست رفتن زمانهای کاری مفید، افزایش یافته است [۷]. این اختلالات نظیر پیچ خوردگیها، تنش ها، بیماریهای مربوط به التهاب عضلات، تاندونها، اعصاب و عروق خونی، در اوئنتاریو کانادا علت حدود ۵۰ درصد از مطالبات و شکایات مربوط به غرامت کارگران را در طی سالهای ۱۹۸۹ تا ۱۹۹۸ به خود اختصاص داده است [۸]. شواهد موجود دال بر این مطلب است که اختلالات اسکلتی - عضلانی اندامهای فوقانی (ULMSDs) با فعالیتهای شغلی تکراری بخصوص آنهایی که همراه با اعمال نیروی زیاد، اتخاذ وضعیت های بدنی نامناسب و استاتیک همراه با مواجهه با ارتعاش هستند، ارتباط تنگاتنگ دارند [۹]. بدین ترتیب، حفظ صیانت نیروی کار انسانی و ملاحظات مربوط به مشکلات آنها و در امتداد آن، تلاش در جهت افزایش بهره وری و ارتقاء سطح تولید، کارائی و کیفیت، از اهمیت بالایی برخوردار می باشد [۸]. در این راستا، روش شاخص تنش جهت ارزیابی اختلالات اسکلتی - عضلانی مرتبط با کار در اندامهای فوقانی (DUE) توسعه یافته است [۱۰]. این روش یکی از تکنیکهای بررسی

مواجهه با عوامل استرس زای سیستم اسکلتی - عضلانی بخشهای انتهایی اندامهای فوقانی می باشد و براساس این تئوری استوار است که نیازهای فعالیتی یک شغل، عامل تعیین کننده شدت و بزرگی مقدار ریسکی است که موجب بروز اختلالات اسکلتی - عضلانی بخشهای انتهایی اندامهای فوقانی می گردد [۱۱-۱۲]. با استفاده از این روش می توان مشاغل پر خطر را از مشاغل ایمن تشخیص داد و برای کاهش میزان ریسک بروز اختلالات در اینگونه مشاغل راهکارهای مناسب ارائه نمود [۱۰، ۱۳]. با توجه به اهمیت موضوع تحقیقات متعددی در زمینه استفاده از شاخص تنش صورت گرفته، از جمله مطالعه ای است که توسط نوکس و مور در سال ۲۰۰۱ تحت عنوان «تعیین و پیش بینی اعتبار شاخص تنش در یک کارخانه فرآوری گوشت بوقلمون انجام شد و در مشاغل مختلف، ضریب حساسیت ۰/۹۱، ضریب اختصاصی بودن ۰/۸۳، حدود پیش بینی مثبت ۰/۹۵، و حدود پیش بینی منفی ۰/۷۱ برای شاخص تنش برآورد گردید [۱۴]. در مطالعه دیگری که توسط وروکرومور در سال ۲۰۰۲ تحت عنوان «اعتبار پیش بینی شده شاخص تنش در واحدهای تولیدی» انجام گرفت، در مشاغل مختلف ضریب حساسیت ۱، ضریب اختصاصی بودن ۰/۹۱، حدود پیش بینی مثبت ۰/۷۵، و حدود پیش بینی منفی ۱ برای شاخص تنش برآورد گردید [۱۵]. همچنین تحقیقات دیگری در این زمینه توسط واندروزو همکارانش در سال ۲۰۰۳ [۱۶] و هوارادو همکاران در سال ۲۰۰۸ [۱۷] انجام شد.

روش بررسی

این مطالعه توصیفی تحلیلی و از نوع مورد - کنترل (Case-control study) می باشد [۱۸] و نمونه برداری بصورت سرشماری انجام شد، بدینصورت که جامعه مورد بررسی را کل ۴۴۸ نفر کارگر مرد (۶۳ نفر کارگر مرد شاغل در بخش اداری به عنوان گروه کنترل و ۳۸۵ نفر کارگر مرد شاغل در چهار شغل تراشکاری (۱۱۳ نفر)، جوشکاری (۷۴ نفر)، ذوب فلزات (۲۱ نفر)، و ریختهگری (۷۷ نفر) به عنوان گروه مورد یا گروه در معرض مواجهه با حداقل یکی از عوامل ریسک شش گانه مورد نظر) شاغل در صنعت آهنکاری شهرستان قائم شهر تشکیل دادند. جهت جمع آوری داده ها، از چهار روش مکمل شامل روش مشاهده ای (جهت مشاهده فرآیند، شرایط کاری و آنالیز مشاغل و وظایف کاری)، روش مصاحبه (جهت کسب اطلاعات در رابطه با شرایط کاری و وضعیت های بدنی)، روش پرسشنامه استاندارد اسکلتی - عضلانی نوردیک (جهت دستیابی به نرخ شیوع اختلالات اسکلتی - عضلانی بخشهای انتهایی اندامهای فوقانی) و روش شاخص تنش شغلی (جهت تفکیک مشاغل ایمن و خطرناک و ارائه راهکارهای کنترلی و تغییرات ارگونومیکی به منظور اصلاح شرایط موجود برای به حداقل رساندن شیوع اختلالات اسکلتی - عضلانی بخشهای انتهایی اندامهای فوقانی) استفاده شد [۱۰، ۱۱، ۱۳]. پس از جمع آوری داده ها،

فراوانی		نوع مشاغل	طبقه بندی گروهها
تعداد	درصد		
۶۳	۱۴/۱	اداری	گروه کنترل
۱۱۳	۲۵/۲	تراشکاری	گروه مورد
۷۴	۱۶/۵	جوشکاری	
۱۲۱	۲۷	ذوب فلزات	
۷۷	۱۷/۲	ریخته گری	
۳۸۵	۸۵/۹	جمع	
۴۴۸	۱۰۰	جمع	

جدول ۱- توزیع فراوانی شاغلین صنعت مورد بررسی بر حسب گروههای مختلف شغلی

یافته ها

توزیع فراوانی افراد شاغل در بخشهای مختلف صنعت نشان داد در شغل تراشکاری و ذوب فلزات بیشترین فراوانی وجود داشته است. جدول ۲ بیانگر توزیع سنی شاغلین صنعت مورد بررسی بر حسب گروههای شغلی مختلف می باشد. در بخش اداری، بیشترین تمرکز جمعیتی در گروه سنی ۴۴-۴۰ سال (۳۶/۵ درصد) جای گرفته است. در خصوص گروه موردنیز ملاحظه گردید بیشترین تمرکز جمعیتی در بخش تراشکاری مربوط به گروه سنی ۴۴-۴۰ سال (۵۶/۶ درصد)، در بخش جوشکاری در گروه سنی ۴۴-۴۰ سال (۵۲/۷ درصد)، در بخش ذوب فلزات در گروه سنی ۴۴-۴۰ سال (۴۶/۳ درصد) و در بخش ریخته گری در گروه سنی ۴۹-۴۵ سال (۵۵/۸ درصد) می باشد. به طور کلی در گروه موردنیز بیشترین تمرکز جمعیتی مربوط به گروه سنی ۴۴-۴۰ سال (۴۴/۷ درصد) بوده است. آزمون آماری کای اسکوتر (Chi-square test) ارتباط معنی داری بین گروههای شغلی مختلف و گروههای سنی نشان داده است ($P < 0/001$) $(\chi^2 = 7/33 \text{ df} = 16)$. جدول ۳، نرخ شیوع اختلالات اسکلتی-عضلانی بخشهای انتهایی اندامهای فوقانی را بر حسب گروههای شغلی مختلف نشان می دهد، بطوریکه سهم افراد فاقد اختلالات آرنج، ساعد، مچ، دست و انگشتان در بخش اداری به ترتیب ۵۴ نفر (۸۵/۷ درصد)، ۵۰ نفر (۷۹/۴ درصد)، ۴۷ نفر (۷۴/۶ درصد)، و ۴۵ نفر (۷۱/۴ درصد) بوده است. بنابراین ملاحظه می گردد در بخش اداری، نرخ شیوع اختلالات آرنج از بقیه بخشهای انتهایی اندام فوقانی کمتر بوده، و به ترتیب بعد از آن، ساعد، مچ دست، دست و انگشتان قرار دارند، به نحوی که نرخ شیوع اختلالات دست و انگشتان از بقیه بخشها بیشتر می باشد. در خصوص گروه موردنیز ملاحظه می گردد در بخش تراشکاری نرخ شیوع اختلالات دست و انگشتان در بیشتر بوده و بعد از آن، اختلالات مچ، ساعد و آرنج رتبه های پایین تر را به خود اختصاص داده اند. سهم افراد فاقد اختلالات در نواحی آرنج، ساعد، مچ، دست و انگشتان در این بخش به ترتیب ۵۹ نفر (۵۲/۲ درصد)، ۴۸ نفر (۴۲/۵ درصد)، ۴۱ نفر (۲۶/۳ درصد) و ۳۶ نفر (۳۱/۹ درصد) بوده است. در بخش جوشکاری سهم افراد

تجزیه و تحلیل با استفاده از نرم افزار آماری spss انجام شد که در این خصوص از آزمونهای One-sided analysis of variance، t-test، Paired Chi-square test، استفاده گردید [۲۰] و رسم نمودار با استفاده از Excel صورت گرفت. پرسشنامه استاندارد اسکلتی-عضلانی نوردیک (Musculoskeletal Questionnaire; NMQ) یکی از معمول ترین پرسشنامه های تعیین علائم و نشانه های اختلالات اسکلتی-عضلانی است که توسط کورینکا و همکارانش از انستیتوی بهداشت حرفه ای واقع در کشورهای نوردیک (اسکاندیناوی) در سال ۱۹۸۷ ارائه و توسعه یافت [۱۹، ۱۰]. این پرسشنامه می تواند به عنوان یک روش استاندارد مناسب جهت جمع آوری اطلاعات و داده های مورد نیاز در رابطه با اختلالات اسکلتی-عضلانی و نیز جهت کسب اطلاعات راجع به نرخ شیوع بیماریها و اپیدمیولوژی و وقوع [۲۱، ۱۹]. روش شاخص تنش (Strain or Severity Index; SI)، یکی از روشهای مشاهده ای مبتنی بر قلم و کاغذ جهت ارزیابی مواجهه با عوامل استرس زا یا عوامل ریسک سیستم اسکلتی-عضلانی بخشهای انتهایی اندامهای فوقانی (DUE) در وظایف تکراری می باشد [۱۰، ۱۳]. این روش توسط موروگارگ (۱۹۹۵) در ایالات متحده پیشنهاد و ارائه گردید و بر مبنای اصول فیزیولوژیکی، بیومکانیکی و اپیدمیولوژیکی بنیان نهاده شده است [۱۲-۱۰]. امتیاز شاخص تنش، حاصل ضرب شش عامل ریسک ارگونومیکی شامل: شدت نیرو، تعداد دفعات اعمال نیرو، مدت زمان اعمال نیرو، سرعت کار، مدت زمان انجام وظیفه و حالت بدن هنگام انجام کار می باشد [۲۲، ۱۳]. پنج متغیر اول بر اساس اصول علمی تعیین شده اند، در حالیکه عامل ریسک ششم بیشتر جنبه تجربی دارد [۱۰]. هر یک از متغیرها تا ۵ سطح دسته بندی شده اند که برای مشاهده گر امکان تعیین دقیق هر عامل ریسک را فراهم می سازد [۱۴] ضمناً استفاده از یک عدد ثابت برای هر متغیر، امکان و قابلیت کاربرد این روش را تسهیل می نماید [۱۱، ۱۵، ۱۶]. در اجرای این روش ابتدا بایستی هر شغل به وظایف کاری خود تجزیه و سپس با توجه به متغیرهای موجود در هر وظیفه و درجه بزرگی و شدت آنها، امتیاز شاخص تنش برای هر دست به طور جداگانه مورد محاسبه قرار گیرد. موروگارگ برای تمایز بین مشاغل ایمن و مخاطره آمیز امتیاز شاخص تنش ۵ را پیشنهاد کردند [۱۳ و ۱۰]، اما در سال ۲۰۰۱، توماس ای. برنارد معیار چهار دسته ای زیر را برای تفسیر امتیاز شاخص تنش محاسبه شده پیشنهاد نمود [۱۵، ۱۶]:

- سطح ریسک یک: امتیاز شاخص تنش کمتر از ۳، بیانگر شرایط ایمن (Safe)
- سطح ریسک دو: امتیاز شاخص تنش بین ۳ تا ۵، بیانگر شرایط نامطمئن (Uncertain)
- سطح ریسک سه: امتیاز شاخص تنش بین ۵ تا ۷، بیانگر شرایط باریسک اندک (Some risk)
- سطح ریسک چهار: امتیاز شاخص تنش بیشتر از ۷، بیانگر شرایط مخاطره آمیز (Hazardous)

طبقه بندی گروهها	نوع مشاغل	گروههای سنی (سال)									
		بیشتر از ۴۹ سال		۴۵-۴۹ سال		۴۰-۴۴ سال		۳۵-۳۹ سال		کمتر از ۳۵ سال	
		تعداد	درصد	تعداد	درصد	تعداد	درصد	تعداد	درصد	تعداد	درصد
گروه کنترل	اداری	۹	۱۴/۳	۱۲	۱۹	۲۳	۳۶/۵	۱۱	۱۷/۵	۸	۱۲/۷
گروه مورد	تراشکاری	۵	۴/۴	۱۹	۱۶/۸	۶۴	۵۶/۶	۱۷	۱۵	۸	۷/۱
	جوشکاری	۳	۴/۱	۱۴	۱۸/۹	۳۹	۵۲/۷	۱۲	۱۶/۲	۶	۸/۱
	ذوب فلزات	۸	۶/۶	۱۹	۱۵/۷	۵۶	۴۶/۳	۲۶	۲۱/۵	۱۲	۹/۹
	ریخته گری	۶	۷/۸	۱۰	۱۳	۱۳	۱۶/۹	۴۳	۵۵/۸	۵	۶/۵
	جمع	۲۲	۵/۷	۶۲	۱۶/۱	۱۷۲	۴۴/۷	۹۸	۲۵/۵	۳۱	۸/۱
	جمع	۳۱	۶/۹	۷۴	۱۶/۵	۱۹۵	۴۳/۵	۱۰۹	۲۴/۳	۳۹	۸/۷

جدول ۲- توزیع سنی شاغلین صنعت مورد بررسی برحسب گروههای مختلف شغلی

میانگین شاخص تنش ۱/۰۶ (سطح ریسک یک و نوع ریسک ایمن) می باشد. از طرفی دیگر در گروه مورد، شغل تراشکاری دارای میانگین شاخص تنش ۶/۵۲ (سطح ریسک ۳ و نوع ریسک اندک)، شغل جوشکاری دارای میانگین شاخص تنش ۳/۶۸ (سطح ریسک ۲ و نوع ریسک نامطمئن)، شغل ذوب فلزات دارای میانگین شاخص تنش ۷/۷۹ (سطح ریسک ۴، و نوع ریسک مخاطره آمیز) و شغل ریخته گری دارای میانگین شاخص تنش ۶/۳۳ (سطح ریسک ۳ و نوع ریسک اندک) می باشد. در مجموع، گروه مورد دارای میانگین شاخص تنش ۶، دامنه تغییرات شاخص تنش بین ۵/۵۵ تا ۶/۴۵، انحراف معیار ۰/۴۵، سطح ریسک ۳ و نوع ریسک اندک می باشد. بدین ترتیب ملاحظه می گردد که مشاغل ذوب فلزات (۷/۷۹)، تراشکاری (۶/۵۲)، ریخته گری (۶/۳۳)، و جوشکاری (۳/۶۸) به ترتیب بالاترین مقدار میانگین شاخص تنش را به خود اختصاص داده اند. در مجموع، صنعت آهنکاری دارای میانگین شاخص تنش ۵/۱ (سطح ریسک ۳ و نوع ریسک اندک) می باشد. همچنین آزمون آماری آنالیز واریانس یکطرفه با ملاک آزمون $F=۹۲/۵$ ، اختلاف معنی داری بین میانگین امتیاز شاخص تنش مربوط به پنج شغل اداری، تراشکاری، جوشکاری، ذوب فلزات و ریخته گری نشان داده است و فرضیه عدم برابری میانگین های شاخص تنش مربوط به پنج شغل مورد بررسی همچنان به قوت خود باقی است ($p=۰/۰۰۵$ ، $F=۵/۹۲$ ، $df=۱۶$).

برای تایید فرضیه بیان شده و نیز تعیین اینکه کدامیک از میانگین ها با بقیه متفاوت است، از آزمون های تعقیبی نظیر Dunnett، LSD، Bonferoni، Scheffe و... استفاده شد و ملاحظه گردید که چهار شغل اداری، جوشکاری، ریخته گری و تراشکاری دارای میانگین شاخص تنش کمتر از ۷ بوده ولی میانگین شاخص تنش مربوطه به شغل ذوب فلزات (۷/۷۹) متمایز از بقیه و چشمگیر می باشد ($P<۰/۰۰۱$). در این تحقیق شاخص تنش برای دست راست و چپ مورد بررسی قرار گرفت. بطوریکه میانگین شاخص تنش برای دست راست

فاقد اختلافات آرنج، ساعد، مچ، دست و انگشتان به ترتیب ۵۰ نفر (۶۷/۶٪)، ۴۷ نفر (۶۳/۵٪)، ۳۹ نفر (۵۲/۷٪)، ۳۸ نفر (۵۱/۴٪) بوده است، در این بخش نیز ملاحظه می گردد اختلافات مربوط به ناحیه دست و انگشتان، بالاترین نرخ شیوع را به خود اختصاص داده است و بعد از آن به ترتیب نرخ شیوع اختلافات مچ، ساعد و آرنج قرار دارد. در بخش ذوب فلزات اختلافات دست و انگشتان حداکثر می باشد و بعد از آن نرخ شیوع اختلافات مچ، ساعد و آرنج قرار دارد، طبعاً سهم افراد فاقد اختلافات آرنج، ساعد، مچ، دست و انگشتان به ترتیب ۲۳ نفر (۵۲/۹ درصد)، ۵۲ نفر (۴۳ درصد)، ۴۰ نفر (۳۳/۱ درصد)، و ۲۲ نفر (۱۹ درصد) می باشد. در بخش ریخته گری سهم افراد فاقد اختلافات آرنج، ساعد، مچ، دست و انگشتان به ترتیب ۴۰ نفر (۵۱/۹ درصد)، ۳۷ نفر (۴۸/۱ درصد)، ۲۹ نفر (۳۷/۷ درصد) و ۲۵ نفر (۳۲/۵ درصد) می باشد، در این بخش نیز نرخ شیوع اختلافات دست و انگشتان حداکثر بوده و بعد از آن نرخ شیوع اختلافات مچ، ساعد، و آرنج قرار دارد. ضمناً در کل شاغلین صنعت مورد بررسی (مجموع گروههای کنترل و مورد)، ۲۱۱ نفر (۴۷/۱ درصد) دارای اختلافات آرنج، ۲۵۴ نفر (۵۶/۷ درصد) دارای اختلافات ساعد، ۲۹۲ نفر (۶۵/۲ درصد) دارای اختلافات مچ، و ۳۳۰ نفر (۷۳/۷ درصد) دارای اختلافات دست و انگشتان می باشند، بدین ترتیب مشخص می شود که بالاترین نرخ شیوع اختلافات در کل صنعت آهنکاری، مربوط به ناحیه دست و انگشتان بوده و بعد از آن، به ترتیب اختلافات مچ، ساعد و آرنج بالاترین نرخ شیوع را به خود اختصاص داده اند. سهم افراد فاقد اختلافات آرنج، ساعد، مچ، دست و انگشتان در کل صنعت مورد بررسی به ترتیب ۳۷ نفر (۵۲/۹ درصد)، ۱۹۴ نفر (۴۳/۳ درصد)، ۱۵۶ نفر (۳۴/۸ درصد)، و ۱۱۸ نفر (۲۶/۳ درصد) می باشد. آزمون کای اسکور ارتباط معنی داری بین اختلافات بخشهای انتهایی اندامهای فوقانی و گروههای شغلی مورد بررسی نشان داده است ($p=۰/۰۰۴$ ، $df=۱۲$ ، $\chi^2=۱۱/۹۲$). جدول ۴، مقایسه میانگین شاخص تنش و سطوح ریسک مربوط به مشاغل مختلف موجود در صنعت آهنکاری را نشان می دهد بطوریکه گروه کنترل دارای

بخشهای انتهایی اندامهای فوقانی								نوع مشاغل	طبقه بندی گروهها	
دست وانگشتان		مچ دست		ساعد		آرنج			اداری	گروه کنترل
تعداد	درصد	تعداد	درصد	تعداد	درصد	تعداد	درصد	گروه مورد		
۲۸/۶	۱۸	۲۵/۴	۱۶	۲۰/۶	۱۳	۱۴/۳	۹	افراد دارای اختلالات بخشهای انتهایی اندامهای فوقانی		
۷۱/۴	۴۵	۷۴/۶	۴۷	۷۹/۴	۵۰	۸۵/۷	۵۴	افراد فاقد اختلالات بخشهای انتهایی اندامهای فوقانی		
۱۰۰	۶۳	۱۰۰	۶۳	۱۰۰	۶۳	۱۰۰	۶۳	جمع		
۶۸/۱	۷۷	۶۳/۷	۷۲	۵۷/۵	۶۵	۴۷/۸	۵۴	افراد دارای اختلالات بخشهای انتهایی اندامهای فوقانی	گروه مورد	تراشکاری
۳۱/۹	۳۶	۳۶/۳	۴۱	۴۲/۵	۴۸	۵۲/۲	۵۹	افراد فاقد اختلالات بخشهای انتهایی اندامهای فوقانی		
۱۰۰	۱۱۳	۱۰۰	۱۱۳	۱۰۰	۱۱۳	۱۰۰	۱۱۳	جمع		
۴۸/۶	۳۶	۴۷/۳	۳۵	۳۶/۵	۲۷	۳۲/۴	۲۴	افراد دارای اختلالات بخشهای انتهایی اندامهای فوقانی		جوشکاری
۵۱/۴	۳۸	۵۲/۷	۳۹	۶۳/۵	۴۷	۶۷/۶	۵۰	افراد فاقد اختلالات بخشهای انتهایی اندامهای فوقانی		
۱۰۰	۷۴	۱۰۰	۷۴	۱۰۰	۷۴	۱۰۰	۷۴	جمع		
۸۱	۹۸	۶۶/۹	۸۱	۵۷	۶۹	۴۷/۱	۵۷	افراد دارای اختلالات بخشهای انتهایی اندامهای فوقانی		ذوب فلزات
۱۹	۲۳	۳۳/۱	۴۰	۴۳	۵۲	۵۲/۹	۶۴	افراد فاقد اختلالات بخشهای انتهایی اندامهای فوقانی		
۱۰۰	۱۲۱	۱۰۰	۱۲۱	۱۰۰	۱۲۱	۱۰۰	۱۲۱	جمع		
۶۷/۵	۵۲	۶۲/۳	۴۸	۵۱/۹	۴۰	۴۸/۱	۳۷	افراد دارای اختلالات بخشهای انتهایی اندامهای فوقانی		ریخته گری
۳۲/۵	۲۵	۳۷/۷	۲۹	۴۸/۱	۳۷	۵۱/۹	۴۰	افراد فاقد اختلالات بخشهای انتهایی اندامهای فوقانی		
۱۰۰	۷۷	۱۰۰	۷۷	۱۰۰	۷۷	۱۰۰	۷۷	جمع		
۸۱	۳۱۲	۷۱/۷	۲۷۶	۶۲/۶	۲۴۱	۵۲/۵	۲۰۲	افراد دارای اختلالات بخشهای انتهایی اندامهای فوقانی		جمع
۱۹	۷۳	۲۸/۳	۱۰۹	۳۷/۴	۱۴۴	۴۷/۵	۱۸۳	افراد فاقد اختلالات بخشهای انتهایی اندامهای فوقانی		
۱۰۰	۳۸۵	۱۰۰	۳۸۵	۱۰۰	۳۸۵	۱۰۰	۳۸۵	جمع		
۷۳/۷	۳۳۰	۶۵/۲	۲۹۲	۵۶/۷	۲۵۴	۴۷/۱	۲۱۱	افراد دارای اختلالات بخشهای انتهایی اندامهای فوقانی		جمع
۲۶/۳	۱۱۸	۳۴/۸	۱۵۶	۴۳/۳	۱۹۴	۵۲/۹	۲۳۷	افراد فاقد اختلالات بخشهای انتهایی اندامهای فوقانی		
۱۰۰	۴۴۸	۱۰۰	۴۴۸	۱۰۰	۴۴۸	۱۰۰	۴۴۸	جمع		

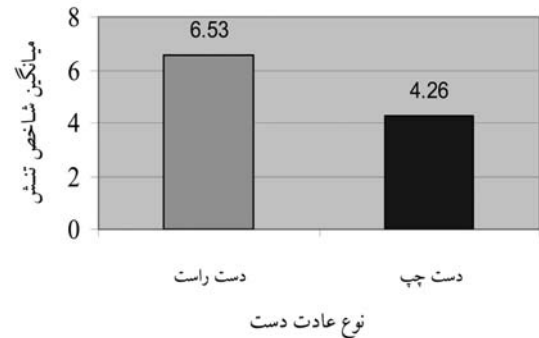
جدول ۳- توزیع نرخ شیوع اختلالات اسکلتی - عضلانی بخش های انتهایی اندامهای فوقانی برحسب گروه های مختلف شغلی

محاسبه شده برای دست راست وچپ در شاغلین صنعت مورد بررسی رابه اثبات رسانید ($t=0/69$ $t=3/15$ $df=4$ $P<0/001$). بنابراین ملاحظه گردید که نسبت میانگین شاخص تنش محاسبه شده برای دست چپ به میانگین شاخص تنش محاسبه شده برای دست راست ابه $1/52$ می باشد [۲۰].

۶/۵۳ دامنه تغییرات شاخص تنش بین ۱۵/۱۵ تا ۹۱/۹۱، انحراف معیار ۰/۳۸ و سطح ریسک ۳ و نوع ریسک اندک) و برای دست چپ ۴/۲۹ (دامنه تغییرات شاخص تنش بین ۰/۰۶ تا ۵۲/۴۰، انحراف معیار ۰/۲۳، سطح ریسک ۲، و نوع ریسک نامطمئن) محاسبه گردید (نمودار ۱). همچنین آزمون آماری paired t-test وجود همبستگی مستقیم و نسبتاً کامل ($r=0/69$) و نیز وجود اختلاف آماری معنی دار بین میانگین شاخص تنش

محاسبه شده برای دست راست ۶/۵۳ و برای دست چپ ۴/۲۹ بدست آمد، به عبارت دیگر میانگین شاخص تنش محاسبه شده برای دست راست تقریباً ۱/۵۲ برابر بیشتر از میانگین شاخص تنش محاسبه شده برای دست چپ می باشد که علت این امر را می توان به تحرک بیش از حد این عضو، عدم وجود وقفه های استراحتی کافی در بین دوره های کاری، تغذیه نامناسب، طراحی نامناسب ابزار و تجهیزات، وضعیت بدنی نامناسب در حین انجام کار، تناوب و تکرار زیاد فعالیتها در دقیقه، عوامل تاثیرگذار دیگر (شامل اشیاء با لبه تیز و برنده، کارهای ظریف، مواجهه با سرما و گرما، مواجهه با ارتعاش، مسائل و مشکلات روانی و...) [۲۴، ۲۳] و همچنین به مسئله فرهنگی و نژادی جمعیت ایرانی نسبت داد (در خصوص جمعیت های کاری انگلیسی، سوئدی و... که بنا به مسائل ژنتیکی و فرهنگی، از دست چپ بیشتر از دست راست استفاده می کنند و غالباً فعالیت های روزمره و کارها را با دست چپ انجام می دهند و به اصطلاح چپ دست (handed - Left) می باشند، قضیه کاملاً برعکس بوده و شیوع اختلالات اسکلتی - عضلانی بخش های انتهایی اندام های فوقانی (Upper Extremity (DUE Distal در دست چپ بیشتر از دست راست گزارش شده و این عضو بالاترین درصدی اینگونه اختلالات را به خود اختصاص داده است [۸، ۵، ۷، ۲۳].

در این مطالعه با توجه به شاخص تنش بدست آمده، شغل اداری به عنوان شغل ایمن (Safe) و شغل جوشکاری به عنوان شغل نامطمئن (مرزی یا مشکوک) و مشاغل تراشکاری و ریخته گری به عنوان مشاغل با ریسک اندک تلقی گردیدند که این نتایج به میزان شدت و نرخ وجود عوامل ریسک ارگونومیک شغلی بستگی دارد [۲۵]. ذوب فلزات به علت داشتن متغیرهای



نمودار ۱- مقایسه میانگین شاخص تنش محاسبه شده مربوط به دودست در صنعت آهنکاری مورد بررسی

بحث و نتیجه گیری

مطالعه حاضر نشان داد اکثر شاغلین صنعت مورد بررسی در رنج سنی بالا (گروه سنی ۴۴-۴۰ سال) متمرکز گردیده اند که خود دلیلی بر بالا بودن شیوع اختلالات اسکلتی - عضلانی بخش های انتهایی اندام های فوقانی و نیز زمینه ساز شیوع اینگونه اختلالات می باشد [۵، ۷]. همچنین ملاحظه گردید شیوع اختلالات اسکلتی - عضلانی دست و انگشتان نسبت به سایر بخش های انتهایی اندام های فوقانی بیشتر است که به نوعی به بالا بودن تحرک و تکرار عضو مربوطه، تاثیر بیشتر عضو مربوطه در اعمال نیرو، بالا بودن شدت اعمال نیرو، تماس بیشتر نسبت به سایر اعضا با اشیاء دارای لبه تیز و برنده، مواجهه بیشتر با سرما و گرما، مواجهه بیشتر با استرس های تماسی، مواجهه با ارتعاش، بکارگیری ابزار آلات و تجهیزات نامناسب و... مربوط می باشد [۸، ۲۲، ۲۳]. در این تحقیق میانگین شاخص تنش

طبقه بندی گروهها	نوع مشاغل	میانگین شاخص تنش	دامنه تغییرات شاخص های تنش	انحراف معیار شاخص های تنش	سطح ریسک	نوع ریسک
گروه کنترل	اداری	۱/۰۶	۰/۸۳-۱/۲۹	۰/۲۳	سطح ۱ $SI \leq 3$	ایمن
گروه مورد	تراشکاری	۶/۵۲	۶/۰۶-۶/۹۸	۰/۴۶	سطح ۳ $5 < SI \leq 7$	ریسک اندک
	جوشکاری	۳/۶۸	۳/۳۳-۴/۰۳	۰/۳۵	سطح ۲ $3 < SI \leq 5$	ریسک نامطمئن
	ذوب فلزات	۷/۷۹	۷/۲۵-۸/۳۳	۰/۵۴	سطح ۴ $SI > 7$	مخاطره آمیز
	ریخته گری	۶/۳۳	۵/۸۷-۶/۷۹	۰/۴۶	سطح ۳ $5 < SI \leq 7$	ریسک اندک
	جمع	۶	۵/۵۵-۶/۴۵	۰/۴۵	سطح ۳ $5 < SI \leq 7$	ریسک اندک
	جمع	۵/۱	۴/۶۹-۵/۵۱	۰/۴۱	سطح ۳ $5 < SI \leq 7$	ریسک اندک

جدول ۴- مقایسه میانگین شاخص تنش و سطوح ریسک مربوط به مشاغل مختلف موجود در گروه های مختلف کاری صنعت آهنکاری مورد بررسی

منابع

1. Kuorinka I, et al. Standardized Nordic Questionnaires for the analysis of musculoskeletal symptoms. *Applied Ergonomics* 1987. 18(3):233-37.
2. Levy B S, Wegman DH. Occupational health and recognizing and preventing work-related diseases and injury. Fourth Edition Chapter 26, 2000.
3. Mayer T G et al. Occupational musculoskeletal disorders function outcomes and evidence . Chapter 16 and 21, 2000.
4. Robertson MMô O'Neill MJ Reducing musculoskeletal discomfort: effects of an office ergonomics workplace and training intervention. *Int J Occup Saf Ergon* 2003. 9(4): 491-502.
5. Nordic M. and Andersson G. Musculoskeletal disorders in the workplace: Principles and practice. Mosby- Year Book Inc, 1997.
6. Grant K A, et al. Evaluation of an accelerometric activity monitor as an exposure assessment tool in ergonomic studies. *Appl Occup & Environ Hyg* 1995. 10(5): 461-66.
7. Buckle Pj Devereux J. The nature of work- related neck and upper limb musculoskeletal disorders. *Applied Ergonomics* 2002. 33(3): 207-17.
8. Swift M.B. and Cole D.C. Health care utilization & workplace interventions for neck & upper limb problems among newspaper workers. *JOEM* 2002. 43 (3): 265-75
9. Larson B A and Ellefson M T. Blueprint for ergonomics Work 2000. 15(2):107-112.
10. Moore J.S. and Garg A. The strain index : A proposed method to analyze jobs for risk of distal upper extremity disorders. *AIHAJ* 1995. 56: 443-58.
11. Moore J.S. and Garg A. Upper extremity disorders in a pork processing plant: Relationships between job risk factors and morbidity. *AIHAJ* 1994. 55(8) 703-15.
12. Li G, Buckle P. Current techniques for assessing physical exposure to work- related musculoskeletal risks with emphasis on posture-based methods. *Ergonomics* 1999. 42:674-95.
13. Moore J.S. and Garg A. Participatory ergonomics in a red meat packing plant . part 2: case studies . *AIHAJ* 1997. 58:495-508.
14. Knox K. and Moore J S. Predictive Validity of the strain index in turkey processing. *JOEM* 2001. 43(5).
15. Rucker N. and Moore J.S. Predictive Validity of the strain index in manufacturing facilities. *Appl Occup Environ Hyg* 2002. 17(1):63-73.
16. Wands SE. Validation of the strain index in a window manufacturing facility. *Appl Occup Environ Hyg* 2003. 13 (5): 111-20.
17. Bao S, Spielholz P, Haward N, Silverstein N. Application of strain index in multiple task jobs. *APP Ergon* 2008. 10(1).

وظیفه ای در حد آسیب رسان بالاترین عدد ریسک رابه خود اختصاص داده و به عنوان شغل مخاطره آمیز (Hazardous) قلمداد گردیده است که با طراحی مناسب محیط کار، ابزار آلات و تجهیزات، و نیز با حذف، کاهش یا به حداقل رساندن عوامل ریسک بالقوه آسیب رسان، میتوان شاخص تنش موجود رابه حداقل قابل قبول (Acceptable Level) یا سطح ریسک ۱ کاهش داد. لازم به ذکر است نتایج حاصل از پرسشنامه نوردیک با نتایج روش شاخص تنش مشابه بوده که این مسئله خود حاکی از اعتبار وروائی روش شاخص تنش می باشد [۱۶، ۱۵، ۱۲، ۱۴، ۱۹].

در ارتباط با کاهش میزان شیوع اختلالات اسکلتی عضلانی مرتبط با کار، محققان راهکارهایی ارائه کرده اند که عبارتند از: کاهش حرکت بیش از حد مفصل (دست - مچ)، کاهش غیر متعارف اعمال نیرو (شدت اعمال نیروی بیش از حد)، کاهش حرکات با تکرار زیاد، کلیشه ای و یکنواخت (تعداد تلاش های عضلانی درد فیه و مدت زمان اعمال نیرو) [۲۵، ۲۶، ۲۷، ۲۸]. از آنجائیکه یک علت اساسی شیوع اختلالات اسکلتی - عضلانی بخشهای انتهایی اندامهای فوقانی، اعمال تنش بیش از حد بر مفاصل و تاندونهاست لذا حرکات غالب باید به نحوی در محدوده حرکتی مفصل صورت پذیرد که هنگام اعمال نیرو، مچ صاف و آرنج در زاویه ای قائم قرار گرفته و از انحراف مچ به سمت چپ یا راست اجتناب گردد و دستها در راستای ساعدها قرار گیرند، زیرا انحراف از وضعیت خنثی (متعادل یا طبیعی Neutral) سبب افزایش اعمال نیرو نیز می گردد. همچنین بایستی از تمامی انقباضات عضلانی از قبیل انقباضات عضلانی گاه به گاه با نیازمندی به بیش از ۵۰ درصد حداکثر توانایی اعمال نیرو اجتناب گردد [۲۸]. خستگی ناشی از کار بیشتر توسط بارکاری تحت تاثیر قرار می گیرد تا مدت زمان انجام کار، بنابراین نسبت بارکاری به مدت زمان انجام کار بایستی از نسبت ۱۰ به ۱ تجاوز نماید [۲۹، ۵، ۶].

بدین ترتیب با کاهش مقدار نیروی مورد نیاز، توزیع مناسب اعمال نیرو و بکارگیری عضلات قوی ترمی توان مقدار نیروی مورد نیاز کاری را مورد کنترل قرار داد و به حد بهینه رساند [۲۶، ۲۵]. بنابراین پیشنهاد می گردد با گسترش وظایف، مکانیزه کردن، طراحی مجدد چرخه های کاری، استفاده از سیستم های گردش شغلی، استفاده از سیستم های گردش کارگر، ایجاد ایستگاههای موازی جهت کاهش تکرار و حجم کار، انجام معاینات دوره ای جهت تشخیص زودرس اختلالات اسکلتی - عضلانی بخشهای انتهایی اندامهای فوقانی، و آموزش کارگران از شیوع اینگونه اختلالات تا حد قابل توجه ای پیشگیری به عمل آورد [۲۵، ۶، ۲۸، ۸].



18. Riihim K H. Epidemiology of work-related back disorders. In: Violante F, Armstrong T, Kilbom A (Eds). Occupational ergonomics: work-related musculoskeletal disorders of the upper and back. Taylor & Francis Publishing, 1st Ed. London & New York, UK & US, pp. 11-19, 2000.
19. Dickinson C E, et al. Questionnaire development: An examination of the Nordic Musculoskeletal Questionnaire. *Applied Ergonomics*. 23: 197-201. 1992
20. Dunn O A, Clark VA. Applied Statistics: Analysis of variance and regression. John Wiley & Sons Inc, New York; 1974.
21. Riihim K H. Methodological issues in epidemiologic studies of musculoskeletal disorders. In: Violante F, Armstrong T, Kilbom A. (Eds) Occupational ergonomics: work-related musculoskeletal disorders of the upper of the upper limb and neck. Taylor & Francis Publishing, 1st Ed. London & New York, UK & US, pp. 1-10, 2000.
22. Michael R. The strain index job analysis method. *Appl Occup Environ Hyg* 2002. 12(4).
23. Bernard BP. Musculoskeletal disorders & workplace factors DHHS (NIOSH) publication, Cincinnati, Ohio: National Institute for Occupational Safety & Health. 97: 141-45, 1997.
24. Putz-Andersson V. Cumulative trauma, a manual for musculoskeletal disorders of the upper limbs. Taylor & Francis, 1988.
25. Genaidy A. Ergonomic risk assessment: Preliminary guidelines for analysis of repetition force & posture. *Human Ergon* 1993. J.; 56: 443-58.
26. Karwowski W, Marras WS. The Occupational Ergonomics Handbook, CRC Press. 1999.
27. Salvendy G. Handbook of industrial Engineering. New York: John Wiley & Sons Inc, 1982.
28. Selan JL. The advanced ergonomics manual. Dallas, Texas. Advanced Ergonomics Inc, 1994.
29. Violante F. Occupational Ergonomics. New York: Taylor & Francis publishing, 2000.



Evaluation of distal upper extremity (DUE) musculoskeletal disorders by strain index (SI) in an ironwork industry

Seyed-Ali Moussavi-Najarkola¹

Sara Karimi²

Rajab-Ali Hokmabadi³

Abstract:

Background and aims: Work-related musculoskeletal disorders (WMSDs) is one of the most important problems in working populations of Iranian industries; so, in order to evaluate the integrated roles and effects of various ergonomic risk factors inducing such disorders, the Strain Index (SI) methods was used.

Methods: This was a cross-sectional study conducted on 448 male subjects including 63 controls working in administrative jobs and 385 cases working in lathing, welding, melting and foundry jobs using integrated procedure which includes observations, interview, Nordic Musculoskeletal Questionnaire (NMQ) methods and SI model. All workers were questioned. Data were analyzed using SPSS software v. 11 and Excel package.

Results: The most prevalent MSDs in upper limbs were found in melting lathing, foundry and welding respectively. There was a significant relationship between age and job groups ($\chi^2=7.33$; $df=16$; $p<0.001$). One-way analysis of variance showed a significant differences among means of calculated Strain Indices of administrative (1.06), lathing (6.52), welding (3.68), melting (7.79) and foundry (6.33) jobs ($F=5.92$; $df=16$; $p=0.005$). Also it was revealed that melting job was attributed as "hazardous job" (4 risk level), lathing and foundry jobs were referred to "moderate risk level" (3 risk level), welding job was allocated as "uncertain risk level" (2 risk level), and administrative job was attributed as "safe risk level" (1 risk level). Moreover, there was a significant relationship between DUE and job groups ($\chi^2=11.92$; $df=12$; $p=0.004$). The paired t-test showed significant difference with direct and relatively complete correlation between means of Strain Indices in right (6.53) and left (4.29) hands ($r=0.69$; $t=3.15$; $p<0.001$).

Conclusion: The Strain Index (SI) model can be referred as an efficient and applicable method for the assessment of ergonomics risk factors inducing upper extremity musculoskeletal disorders (UEMSDs), classifying jobs, correcting and modifying work situations and preventing DUE musculoskeletal disorders.

Keywords

Strain Index, SI, Upper Extremity Musculoskeletal Disorders, DUE, Ergonomic risk factors

1. (Corresponding author) Department of Occupational & Environmental Health, School of Medical Science, Tarbiat Modares University (TMU), Tehran, Iran. E mail:mosavi58@gmail.com

2. School of Public Health, Esfahan University of Medical Sciences, Esfahan, Iran.

3. Department of Occupational Health, School of Medical Science, Shahid Beheshti of Medical University (SBMU), Tehran, Iran.