

بررسی و تجزیه تحلیل خطر ایجاد اختلالات بخش انتهایی اندامهای فوقانی (DUE) به روش شاخص استرین (SI) در مشاغل مختلف یک صنعت مونتاژ

مادانا آقایی^۱، مبرایل نسل سراجی^۲

۱- کارشناس ارشد بهداشت حرفه ای مجتمع پتروشیمی بندر امام خمینی، عضو انجمن ارگونومی و مهندسی عوامل انسانی ایران

۲- استاد یار دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران

مکیده

شاخص استرین یک روش آنالیز نیمه کمی شغلی برای تعیین ریسک فزاینده اختلالات بخش انتهایی اندامهای فوقانی در بین کارگران است. این تحقیق با هدف، تجزیه تحلیل مشاغل از نظر خطر ایجاد اختلالات DUE در مشاغل مختلف و دسته‌بندی آنها به ایمن و خطرناک توسط روش SI، به صورت مقطعی یکی از صنایع مونتاژ تهران انجام گرفت. سپس ارتباط روش SI با میزان شیوع اختلالات DUE و غبتهای ناشی از کار که توسط پرسشنامه نوردیک از بین ۶۹ نفر از کارگران بدست آمد، مورد بررسی قرار گرفت. با استفاده از روش SI دست چپ و راست کارگران در ۳۵ شغل آنالیز و بر اساس نمره SI مشاغل به ایمن و خطرناک دسته بندی شدند.

یافته‌های پژوهش نشان داد که ۲۰ شغل (۵۷/۱٪) خطرناک و ۱۵ شغل (۴۲/۹٪) ایمن است. همچنین شیوع اختلالات DUE ۹۷/۱٪ بود. نتایج آزمونهای آماری نشان داد که بین میانگین شاخص استرین در مشاغل خطرناک و ایمن اختلاف معنی‌داری وجود داشته ($P \leq 0/0001$) و اختلاف معنی‌داری نیز بین میانگین شیوع اختلالات DUE در مشاغل خطرناک و ایمن وجود دارد ($P = 0/049$) که نشان‌دهنده شیوع بالای اختلالات DUE در مشاغل خطرناک و ایمن است. همچنین بین غبیت ناشی از کار با شاخص استرین ارتباط معنی‌داری مشاهده نشد. این نتایج شواهد بیشتری را جهت اعتبار پیشگویی شاخص استرین فراهم می‌کند.

کلمات کلیدی: استرین ایندکس/ اختلالات اسکلتی عضلانی/ پرسشنامه نوردیک

مقدمه

در مقایسه با دیگر اختلالات اسکلتی عضلانی، اختلالات ناشی از گردن و اندامهای فوقانی^۳ در حال افزایش است که دلیل آن می‌تواند افزایش اتوماسیون به عنوان توسعه طراحی محیط کار با تأکید بر کاهش بارکاری همچون انجام کارهای دستی سنگین باشد. اگرچه نیاز جهت افزایش بهره‌وری، که به نوبه خود برساده‌سازی وظایف کاری اشاره دارد باعث افزایش سرعت کار شده است. شواهد نشان می‌دهد که اختلالات اسکلتی عضلانی اندامهای فوقانی با فعالیتهای شغلی تکراری بخصوص آنهایی که همراه با صرف نیروی زیاد، وضعیتهای نامناسب

مفصلی و ارتعاش هستند، ارتباط دارند. برطبق گزارش سازمان بهداشت و ایمنی شغلی^۴ در سال ۲۰۰۰، هر سال ۱/۸ میلیون کارگر آمریکایی، اختلالات اسکلتی - عضلانی ناشی از کار را تجربه می‌کنند که در حدود یک سوم از این صدمات بطور جدی نیاز به کناره‌گیری از کار دارند. همچنین این اختلالات به علت صدمات وارده و نیاز به زمان بهبودی طولانی مدت، هر سال یک سوم هزینه‌های گرامتی کارگران را شامل می‌شود.

از دلایل عمده افزایش آشکار موارد اختلالات آسیب جمعی، سرعت کار می‌باشد که در خطوط مونتاژ با تأکید بر افزایش تولید بیشتر نمود می‌یابد. مکانیزه و خودکار کردن، فشار کار را کمتر می‌کند، اما از سوی دیگر سرعت کار را افزایش می‌دهد و نیروها را بر روی عناصر کوچکتر آناتومیک مثل دستها و مچ متمرکز می‌کند. شیوع کلی این اختلالات نامعلوم است اما اطلاعات جمع‌آوری شده از محیطهای کاری منفرد چنین بیان می‌دارد که مسؤول اتلاف زمان قابل ملاحظه‌ای از اوقات کاری و جایگزینی بیشتر نیروی کار است.

روشهای متعددی جهت بررسی تماس با استرسورهای اسکلتی-عضلانی بخش انتهایی اندامهای فوقانی (DUE)^۵ پیشنهاد شده است. بطور کلی همه این روشها بر ارتباط با یک یا چند اصل از اصول فیزیولوژیکی، بیومکانیکی یا اپیدمیولوژیکی تکیه دارند. از نظر عملی نیاز برای ایجاد متدولوژیهای کمی یا نیمه کمی جهت آنالیز مشاغل برای متخصصان ارگونومی در تمایز بین مشاغل ایمن و خطرناک برحسب بودن کارگران در معرض ریسک ایجاد اختلالات DUE وجود دارد. شاخص استرین یک متدولوژی آنالیز نیمه کمی شغلی است که به یک نمره عددی منتهی شده و با ریسک ایجاد اختلالات DUE همبستگی دارد. این شاخص یک ابزار برای بررسی مشاغل است و افراد را بررسی نمی‌کند. کاربردهای این روش در طراحی مشاغل، آنالیز مشاغل (تعیین ایمن یا خطرناک بودن) و اصلاح ریسک فاکتورهای مورد هدف است. این روش فعالیت دست را بر اساس ۶ متغیر وظیفه‌ای^۶، شدت اعمال نیرو^۷، مدت اعمال نیرو^۸، تلاش در دقیقه^۹، وضعیت دست - مچ^{۱۰}، سرعت کار^{۱۱} و مدت وظیفه در روز^{۱۲}، توصیف می‌کند. نمره شاخص استرین حاصل ضرب این شش متغیر است. همچنانکه متغیرهای مربوطه در فعالیت‌های مونتاژ به طور کامل نمود می‌یابند، با این روش می‌توان میان مشاغلی که کارگران را در معرض ریسک فاکتورهای اسکلتی عضلانی (متغیرهای وظیفه) قرار می‌دهد و باعث انواع اختلالات DUE می‌شوند و مشاغلی که فاقد این خصوصیت هستند تمایز قابل شد. این پژوهش با هدف بررسی مشاغل یکی از صنایع مونتاژ تهران از نظر ریسک ایجاد اختلالات DUE توسط روش SI و تعیین مشاغل خطرناک و ایمن و ارتباط روش SI با میزان غیبتهای ناشی از کار انجام گرفت.

مواد و روشها

این پژوهش به صورت مقطعی و با تلفیق روش شاخص استرین (SI) و پرسشنامه اسکلتی عضلانی نوردیک انجام گرفت. هدف از بکارگیری روش SI، تجزیه و تحلیل مشاغل از نظر خطر ایجاد اختلالات DUE در مشاغل مورد نظر و دسته‌بندی آنها از نظر ایمن یا خطرناک بودن آنهاست. همچنین جهت بررسی شیوع این

4 - Occupational safety & Health Administration (OSHA)

5 - Distal upper extremity

6 - Task

7 - Intensity of exertion

8 - Duration of exertion

9 - Effort per minute

10 - Hand wrist posture

11 - Speed of work

12 - Duration of task per day

اختلالات و میزان غیبت‌های ناشی از آن از پرسشنامه نوردیک استفاده گردید و در نهایت ارتباط آنها با شاخص استرین با استفاده از نرم افزار آماری SPSS9 مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

جهت انتخاب نمونه سعی گردید تا ۵۰٪ کارگران گروه‌های شغلی انتخاب شده هر بخش پرسشنامه را پر کنند که در مجموع برای ۶۹ نفر پرسشنامه تکمیل گردید. در روش SI گروه‌های شغلی مورد نظر (۲۶ گروه شغلی) از واحدهای مونتاژ اتوماتیک، مونتاژ دستی و مونتاژ نهایی انتخاب گردید. در میان گروه‌های شغلی موجود تنها مشاغل تک وظیفه‌ای جهت مطالعه انتخاب گردیدند زیرا روش SI مشاغل چند وظیفه‌ای^{۱۳} را در بر نمی‌گیرد. پس از مشخص کردن مشاغل مورد نظر، هر شغل به وظایف کاری آن شکسته شد و برای هر دو دست (راست و چپ) کارگر واجد شرایطی که مسئول انجام آن کار است، بطور جداگانه متغیرهای وظیفه‌ای تعیین و در نهایت نمره SI برای هر دو دست محاسبه شد. سپس با توجه به معیار نمره SI، هر یک از دو دست که نمره آن بالاتر از ۵ بود آن شغل به عنوان شغل خطرناک و اگر هر دو دست زیر حد آستانه بود آن شغل به عنوان ایمن دسته‌بندی می‌شد. در مرحله جمع‌آوری داده‌ها (متغیرهای وظیفه‌ای) مشاهدات بطور مستقیم انجام گرفت. جهت ثبت زمانهای مشاهده از یک عدد کرومومتر دیجیتال مدل Hanhart_Stopstar2 و یک گونیا متر جهت سنجش زاویه انحراف دست در حالت‌های مختلف استفاده گردید. در پست‌های کاری انتخاب شده بطور متوسط ۱۰-۵ دور کار اندازه گیری شد که متوسط آن به عنوان دور کار آن شغل در نظر گرفته شد (زمان مشاهده بر حسب ثانیه). همچنین متوسط مدت زمان کل اعمال نیروها نیز در یک دور کار بر حسب ثانیه اندازه گیری و بر زمان مشاهده تقسیم شد تا زمان اعمال نیرو بدست آید. تعداد دفعات اعمال نیرو نیز در هر دور کار شمرده شد و متوسط آن بر کل زمان مشاهده بر حسب دقیقه تقسیم شد تا متغیر تلاش در دقیقه بدست آید. چنانچه فرد در حین کار با سطوح مختلفی از شدت روبرو باشد، جهت محاسبه درجه شدت اعمال نیرو مطابق روش زیر عمل می‌کنیم: برای هر سطح از اعمال نیرو، مدت آنرا در درجه مربوطه ضرب کرده، سپس سطوح مختلف را با هم جمع و تقسیم بر کل مدت زمان‌های اعمال نیرو می‌کنیم.

$$TWA = \frac{(R_1 \times t_1) + (R_2 \times t_2) + \dots + (R_n \times t_n)}{t.d.e}$$

TWA = میانگین وزنی - زمانی R = درجه

t = زمان (S) t.d.e = کل مدت زمان اعمال نیرو (S)

سپس درجه بدست آمده را به توان ۱/۶ رسانده تا ضریب مربوطه بدست آید. بدین ترتیب درجه هر یک از متغیرها پس از اندازه گیری یا تخمین با استفاده از جدول ۱ و ضریب مشابه آن از جدول ۲ استخراج میشود. از حاصلضرب ضرایب ۶ متغیر وظیفه‌ای نمره SI بدست آید.

13- مشاغل چندوظیفه‌ای شامل موقعیتهایی است که : ۱- یک کارگر مشاغل مختلفی را به نوبت در زمانهای مشخص در روز انجام می‌دهد، بدین معنی که کارگر در بین مشاغل یا وظایف شغلی مختلف در شیفت کاری می‌چرخد (گردش شغلی). ۲- هنگامی که یک کارگر چندین وظیفه مجزا را در هر دور شغلی انجام می‌دهد (Multiple task).

جدول ۱- مقادیر درجه برای متغیرهای وظیفه‌ای

مقدار درجه	شدت اعمال نیرو	مدت اعمال نیرو	تلاش در دقیقه	وضعیت دست - مچ	سرعت کار	مدت وظیفه در روز
۱	سبک	<۱۰	<۴	خیلی خوب	خیلی آهسته	≤۱
۲	کمی سخت	۱۰-۲۹	۴-۸	خوب	آهسته	۱-۲
۳	سخت	۳۰-۴۹	۹-۱۴	نسبتاً خوب	نسبتاً سریع	۲-۴
۴	خیلی سخت	۵۰-۷۹	۱۵-۱۹	بد	سریع	۴-۸
۵	بسیار سخت	≥۸۰	≥۲۰	خیلی بد	خیلی سریع	≥۸

جدول ۲- ضرایب متغیرهای وظیفه‌ای

مقدار درجه	شدت اعمال نیرو	مدت اعمال نیرو	تلاش در دقیقه	وضعیت دست - مچ	سرعت کار	مدت وظیفه در روز
۱	۱	۰/۵	۰/۵	۱/۰	۱/۰	۰/۲۵
۲	۳	۱/۰	۱/۰	۱/۰	۱/۰	۰/۵۰
۳	۶	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۰	۰/۷۵
۴	۹	۲/۰	۲/۰	۲/۰	۱/۵	۱/۰۰
۵	۱۳	۳/۰	۳/۰	۳/۰	۲/۰	۱/۵۰

نتایج

الف - نتایج حاصل از پرسشنامه نوردیک

۴۶/۴٪ از افراد مورد مطالعه مرد و ۵۳/۶٪ زن بوده‌اند. ۶۹/۶٪ از آنها قراردادی و بقیه رسمی بودند. بیشترین فراوانی مربوط به گروه سنی کمتر از ۲۵ سال (۳۰/۴٪) بود که نشان‌دهنده جوان بودن جامعه مورد مطالعه است و بیشترین فراوانی مربوط به سابقه کار کمتر از ۵ سال (۸۲/۶٪) بود. ۶۳/۸٪ از افراد از میزان استراحت حین کار ناراضی و ۹۷/۱٪ از افراد دارای اختلالات DUE بودند. ۸۵/۵٪ از افراد در یکسال گذشته بدون غیبت و ۱۴/۵٪ غیبت داشته‌اند. یافته‌های پژوهش نشان داد که اختلالات DUE در مونتاژکاران زن بیشتر از مردان است ولی این نتیجه از نظر آماری معنی دار نبود.

ب- نتایج حاصل از روش SI

- از ۳۵ شغل مورد بررسی ۲۰ شغل (۵۷/۱٪) خطرناک و ۱۵ شغل (۴۲/۹٪) ایمن بود.
- ۶۶/۷٪ از افراد دارای مشاغل خطرناک و ۳۳/۳٪ آنها دارای مشاغل ایمن بود.
- میانگین نمره SI در کل مشاغل ۷/۳ است با دامنه تغییرات (۱۸-۱/۵)

- میانگین نمره SI در مشاغل خطرناک ۹/۳ است با دامنه تغییرات (۶-۱۸)
 - میانگین نمره SI در مشاغل ایمن ۳/۳ است با دامنه تغییرات (۱/۵-۴/۲)
 - تغییرات نمره SI به تغییر در الگوهای زمانی فعالیت (مدت و تکرار) بستگی نزدیک دارد. متغیرهای وظیفه‌ای مهم در این زمینه به ترتیب عبارتند از: تلاش در دقیقه، مدت اعمال نیرو و شدت اعمال نیرو. تغییر در این متغیرها باعث خطرناک یا ایمن شدن شغل می‌شود. نتایج آزمونهای آماری نشان داد که بین میانگین شاخص استرین در مشاغل خطرناک و ایمن اختلاف معنی‌داری وجود دارد ($P \leq 0/0001$). همچنین اختلاف معنی‌داری نیز بین میانگین شیوع اختلالات DUE در مشاغل خطرناک و ایمن وجود دارد ($P = 0/049$) که نشان‌دهنده شیوع بالای اختلالات DUE در مشاغل خطرناک و ایمن است. بین غیبت‌های ناشی از کار با شاخص استرین ارتباط معنی‌داری مشاهده نشد.

در جدول زیر نتایج روش SI در ۵ شغل بطور نمونه آورده شده است:

جدول ۳- نتایج حاصل از روش SI

تقسیم بندی خطر (H/S)	نمره SI	مدت و وظیفه در روز	سرعت کار	وضعیت دست / مج	تلاش در دقیقه	مدت اعمال نیرو	شدت اعمال نیرو	متغیر شغل
H	۷/۸	۴	۳	۲	۲۲/۸	۶۱	۱/۲	مونتاز دستی ۱ R ¹⁴
S	۳	۴	۳	۲	۱۹/۳	۴۸	۱	L ¹⁵
S	۲/۲۵	۴	۳	۲	۱۳/۸	۴۰/۹	۱	لحیم کاری R
S	۴/۲	۴	۳	۲	۱۳/۸	۵۰/۲	۱/۲۳	L
H	۱۱/۷	۴	۳	۲	۸۴/۷	۹۲/۲	۱/۲	سیم‌چینی R
S	۱/۵	۴	۳	۲	۲/۸	۹۲	۱	L
H	۱۰/۸	۴	۴	۲	۶۵/۷	۶۹/۴	۱/۱	چک لحیم ۱ R
H	۱۰/۸	۴	۴	۲	۶۵/۷	۵۶	۱/۱	L
H	۹/۴۵	۴	۳	۲	۶۰/۲	۸۶	۱/۰۳	چک لحیم ۲ R
H	۶/۶	۴	۳	۲	۶۰/۲	۷۵	۱/۰۶	L

بحث

بر اساس نتایج بدست آمده وجود اختلاف معنی‌دار بین میانگین SI در مشاغل خطرناک و ایمن نشان دهنده اعتبار بالای پیشگویی روش SI بوده و این امر شواهد بیشتری را در این زمینه فراهم آورده است.

در تحقیقی که توسط موروگارگ در سال ۱۹۹۵ انجام گرفت نیز مشخص شده که اختلالات واحدهای عضله - تاندون متداولترین اختلالات مشاهده شده در مشاغل خطرناک و مشاغلی است که به وسیله روش SI با ریسک بالا معرفی می‌شوند و این نتیجه با نتیجه بدست آمده در این تحقیق مطابق دارد و نشان می‌دهد که شیوع اختلالات DUE با شاخص استرین ارتباط داشته و در مشاغلی که توسط روش SI خطرناک شناخته می‌شوند شیوع این اختلالات نیز بیشتر است.

در تحقیق دیگری که در سال ۲۰۰۲ انجام شد، حساسیت و ویژگی بر پایه مشاغل به ترتیب ۱ و ۰/۹۱ بدست آمد. این ارزشها نشان می‌دهد که شاخص استرین در تعیین مشاغلی که کارگران را در معرض خطر اختلالات DUE قرار می‌دهد و مشاغلی که اینگونه نیستند، مؤثر است و بطور کلی این شاخص اعتبار پیشگویی خوبی دارد.

همچنین تحقیق حاضر نشان داد که از آنجایی که ۶۳/۸٪ افراد از میزان استراحت در نظر گرفته شده حین کار ناراضی بودند، خستگی حین کار بطور کامل برطرف نشده و خود می‌تواند عاملی جهت افزایش اختلالات DUE باشد. با نتایج بدست آمده می‌توان گفت که ارتباط SI با شیوع اختلالات DUE نشاندهنده اعتبار بالای روش در شناسایی مشاغل خطرناک و ایمن است و این روش، روش مناسبی برای تعیین مشاغل خطرناک و ایمن از نظر ریسک ایجاد اختلالات DUE در مشاغل مونتاژ است.

به نظر می‌رسد از آنجایی که ۶۹/۶٪ از افراد مورد مطالعه قراردادی و ۸۵/۵٪ آنها در یکسال گذشته بدون غیبت بودند، بدلیل عدم وجود امنیت شغلی و ترس ناشی از بر کنار شدن از کار و نداشتن مرخصی و عدم موافقت مسؤول مربوطه در هر قسمت با مرخصی افراد، باعث کاهش میزان غیبت در جامعه مورد مطالعه شده که خود نیز باعث عدم ارتباط میزان غیبت با شاخص استرین گردیده است. در حالیکه اگر نمره SI در شغلی بالا باشد باید میزان غیبت ناشی از کار نیز در آن شغل بالا باشد.

همچنین به نظر می‌رسد که جوان بودن جامعه مورد مطالعه، کم بودن سابقه کار و کم بودن تعداد افراد در برخی از گروههای شغلی که باعث کم شدن حجم نمونه گردیده، در پایین بودن میزان غیبت دخالت داشته است.

در این راستا جهت کاهش ریسک فاکتورهای مهم و کنترل آنها راهکارهای زیر پیشنهاد می‌گردد:

- ۱- کاهش حرکت بیش از حد مفصل (وضعیت دست - مچ)
- ۲- کاهش مقادیر غیرمتعارف نیرو (شدت اعمال نیرو)
- ۳- کاهش حرکات با تکرار زیاد و کلیشه‌ای (تلاش در دقیقه و مدت اعمال نیرو)

منابع

- 1- Nordin, M.; Andersson, G.: Musculoskeletal Disorders in the workplace. Mosby-year Book, Inc. 1997.
- 2- Grant, Katharyn A. et al: Evaluation of an accelerometric activity monitor as an exposure assessment tool in ergonomic studies. Appl. Occup. Environ. Hyg. (1995) 10(5):461-466.
- 3- Putz-Anderson, V.: Cumulative trauma, a manual for musculoskeletal disorders of the upper limbs, Taylor & Francis, 1994.
- 4- Moore, J.S.; Garg, A.: The strain index: A proposed method to analyze jobs for risk of distal upper extremity disorders. AIHA J. (1995) 56: 443-458.