برآورد نیروهای وارد به کمر در وظایف بلند کردن دستی بار با استفاده از نرم‌افزار 3DSSPP

نعیمه اسدی[۱]، علیرضا چوبینه[۲*]، ساره کشاورزی[۳]، هادی دانشمندی[۴]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۹/۱۶ تاریخ پذیرش:۱۳۹۳/۱۰/۲۸

چکیده

مقدمه: بلند کردن دستی بار رایج‌ترین و پراسترس‌ترین فعالیت حمل دستی بار محسوب می‌شود که از نظر فشار بیومکانیکی وارد بر بدن و به‌ویژه ستون فقرات در رتبه نخست قرار دارد. مطالعه حاضر با هدف تعیین میزان ناراحتی‌های اسکلتی – عضلانی و تخمین بار مکانیکی وارده به کمر در کارگران دارای فعالیت بلند کردن دستی بار صورت پذیرفت.

مواد و روش‌ها: این مطالعه مقطعی بر روی ۱۲۰ نفر از کارگران دارای وظیفه بلند کردن دستی بار در ۷ صنعت شهر شیراز انجام گرفت. برای تعیین شیوع اختلالات اسکلتی – عضلانی از پرسشنامه نوردیک و برای برآورد نیروهای وارد به کمر طی انجام وظایف بلند کردن بار از نرم‌افزار 3DSSPP استفاده گردید. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS (نسخه ۱۹) صورت پذیرفت.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که بیش‌ترین فراوانی ناراحتی‌های اسکلتی – عضلانی مربوط به اندام کمر می‌باشد (۶۸/۳٪). نتایج ارزیابی با نرم‌افزار 3DSSPP نیز مشخص کرد که نیروهای فشاری و برشی وارده به دیسک L5/S1 به ترتیب در ۱۷/۵ و ۱۰/۸ درصد از کارگران مورد مطالعه بالاتر از حد مجاز بوده است. شیوع کمردرد در سطوح مختلف نیروهای فشاری و برشی وارد به دیسک دارای اختلاف معنی‌دار نبود (p >۰/۰۵). شاید این موضوع محدودیت این روش در ارزیابی فراگیر بار وارده به ستون فقرات باشد.

نتیجه‌گیری: شیوع اختلالات اسکلتی- عضلانی به ویژه کمردرد در افراد مورد مطالعه بالاست. سطح ریسک ناشی از نیروهای فشاری و برشی در درصد کمی از کارگران مورد مطالعه از حد مجاز فراتر رفته است. نرم‌افزار 3DSSPP می‌تواند در ارزیابی فشار وارده به ستون فقرات محدودیت‌هایی داشته باشد.

کلمات کلیدی: نرم‌افزار 3DSSPP، بلند کردن دستی بار، کمردرد

۱. کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شیراز، شیراز، ایران.
۲. * **(نویسنده مسئول)** استاد، مرکز تحقیقات علوم بهداشتی، دانشگاه علوم پزشکی شیراز، شیراز، ایران. آدرس پست الکترونیکی: alrchoobin@sums.ac.ir،
۳. استادیار گروه اپیدمیولوژی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شیراز، شیراز، ایران.
۴. دانشجوی دکترا، مرکز تحقیقات علوم بهداشتی، دانشگاه علوم پزشکی شیراز، شیراز، ایران.

مقدمه

امروزه در بیشتر صنایع کشور بخش‌های زیادی از فعالیت کارگران را حمل دستی بار چه به‌صورت اتفاقی و چه به‌صورت شغلی تشکیل می‌دهد (۳-۱). این فعالیت به بلند کردن، پایین آوردن، هل دادن، کشیدن و حمل اشیاء با دست اطلاق می‌گردد و می‌تواند باعث ایجاد خستگی و اختلالات اسکلتی – عضلانی مرتبط با کار گردد (۸-۴). در تحقیقی که در سال ۲۰۰۵ صورت گرفت، یکی از علل اصلی ناراحتی‌های اسکلتی – عضلانی، بلند کردن و حمل بار سنگین معرفی شد (۹). این اختلالات از دلایل عمده‌ی بروز ناراحتی و ناتوانی کارگران، افزایش غرامت‌های پرداختی و کاهش بهره‌وری نیروی کار در کشورهای صنعتی و در حال توسعه می‌باشد (۱۲-۱۰). یکی از شایع‌ترین اختلالات اسکلتی – عضلانی شغلی که در اثر فعالیت‌های حمل دستی بار به خصوص بلند کردن بار ایجاد می‌شود، آسیب‌های ناحیه کمر است (۱۵-۱۳). در یک مطالعه پژوهشی مشخص شد که حمل دستی بار عامل بیشترین صدمات و آسیب‌های کمری ناشی از کار بوده است (۱۶). عدم توجه به این مهم نه‌تنها از نظر سلامت و ایمنی شغلی کارگران باعث بروز مشکلات جسمانی می‌شود، بلکه از دیدگاه اقتصادی نیز به بروز خسارت‌های مالی منجر می‌گردد (۱۷). در سال ۱۹۹۷ هزینه‌های ناشی از کمردرد در محیط‌های صنعتی ایالات متحده آمریکا ۴۹/۲ میلیارد دلار تخمین زده شده است (۱۸) و علت نیمی از هزینه‌های آسیب‌های کمری، بلند کردن دستی بار می‌باشد (۱۹). بر اساس گزارش NIOSH، سالانه حدود نیم میلیون کارگر در آمریکا به درجات مختلف آسیب‌های ناحیه کمر مبتلا می‌شوند. این گزارش حاکی از این حقیقت است که در حدود ۶۰ درصد غرامت‌های ناشی از صدمات جسمانی مربوط به فعالیت بلند کردن دستی بار است (۲۰).

با توجه به شیوع بالای اختلالات اسکلتی – عضلانی و به‌ویژه کمردرد در بین نیروی کار و اینکه آسیب‌شناسی اختلالات اسکلتی – عضلانی به دلیل چند علیتی بودن روشن و واضح نمی‌باشد و ممکن است با عوامل مختلف شغلی و غیر شغلی در ارتباط باشد، لذا لازم است شرایط کار مورد ارزیابی قرار گیرد تا بتوان به هنگام انجام وظیفه نیروهای وارد به کمر را برآورد نمود. تحقیق حاضر با هدف تخمین بار مکانیکی وارده به کمر در کارگران درگیر با فعالیت بلند کردن دستی بار انجام گردید.

مواد و روش‌ها

این مطالعه از نوع مقطعی می‌باشد. حجم نمونه بر اساس مطالعات قبلی که در این زمینه صورت گرفته است (۲۱و۲۲)، با استفاده از فرمول برآورد نسبت $n = \frac{\left(Z^2_{1-\alpha/2} \times P(1-P)\right)}{d^2}$ با در نظر گرفتن شیوع اختلالات اسکلتی عضلانی برابر با ۵۰ درصد (p) و دقت ۱۰ درصد (d) و سطح معنی‌داری ۹۵ درصد ($1-\alpha$) و نرخ ریزش ۲۰ درصد، ۱۲۰ نفر تعیین شد.

جامعه آماری مطالعه تمام کارگران مرد با وظیفه بلند کردن دستی بار که شاغل در صنایع شهر شیراز بوده و حداقل یک سال به فعالیت حمل دستی بار اشتغال داشته‌اند. برای انتخاب نمونه از روش نمونه‌گیری خوشه‌ای تک‌مرحله‌ای به شیوه‌ی تصادفی استفاده شد. به‌این‌ترتیب که از میان تمام صنایع واقع در شهر شیراز به‌طور تصادفی با توجه به اندازه نمونه مورد نیاز ۷ صنعت سیمان، کاشی سازی، لعاب، نوشابه‌سازی، روغن نباتی، لاستیک‌سازی و فراورده‌های لبنی انتخاب شدند. لازم به توضیح است که آن دسته از کارگرانی که سابقه بیماری اسکلتی – عضلانی و یا حادثه تأثیرگذار بر روی سیستم اسکلتی – عضلانی داشتند، به مطالعه راه نیافتند. در این مطالعه ابتدا به بررسی ویژگی‌های دموگرافیک افراد پرداخته شد و سپس به منظور تعیین میزان ناراحتی‌های اسکلتی – عضلانی در نواحی گوناگون بدن کارگران، از پرسشنامه نوردیک استفاده گردید (۲۳) که به دو طریق مصاحبه با افراد بی‌سواد و دیگری توسط خود افراد باسواد تکمیل شد. در ادامه به منظور ارزیابی ریسک ابتلا به اختلالات اسکلتی – عضلانی در فعالیت‌های بلند کردن دستی بار از نرم‌افزار 3DSSPP استفاده شد. برنامه نرم‌افزاری 3DSSPP بر پایه ۳۵ سال تحقیق مرکز ارگونومی دانشگاه میشیگان پیرامون موضوع توانایی نیروی استاتیکی و بیومکانیکی کارگران مرتبط با نیازهای فیزیکی محیط کار می‌باشد. 3DSSPP یکی از روش‌های مناسب آنالیز حرکات آهسته که در وظایف حمل بار سنگین وجود دارد و زمانی که در محاسبات بیومکانیکی تأثیر سرعت و مقدار حرکت اهمیت ندارد، دانسته می‌شود (۲۴). در این مطالعه چون ارزیابی‌ها به‌صورت استاتیک در نرم‌افزار صورت می‌گیرد، در فرایند حمل دستی بار

نمونه‌برداری از دو زمان شامل لحظه برداشتن بار و لحظه گذاشتن بار انجام گرفت.

روش کار بدین‌صورت بود که برای هر یک از کارگران مورد مطالعه اطلاعات لازم جهت شبیه‌سازی هر پوسچر که شامل اطلاعات آنتروپومتریک افراد (قد، وزن و جنسیت)، وزن بار بلند شده، ارتفاع سطوح محل برداشتن و گذاشتن بار جهت تعیین موقعیت دست‌ها، فواصل افقی بار تا بدن، زوایای تنه (شامل میزان خمش و پیچش) در محیط کار جمع‌آوری گردید. همچنین جهت دستیابی به وضعیت دقیق‌تر و واقعی‌تری از پوسچرهای بدنی فرد اپراتور با استفاده از ۲ دوربین فیلم‌برداری از دو بعد روبرو و کنار، پوسچر کارگران در حین انجام وظیفه ثبت گردید. اطلاعات تصویری از بعد ساجیتال باعث تعیین زاویه خمش تنه و نیز فاصله افقی بار تا بدن می‌شود و اطلاعات تصویری از بعد روبرو باعث تعیین بهتر خمش تنه به پهلو و همچنین چرخش تنه شده و می‌توان میزان فاصله دست‌ها و بازو را از بدن تعیین نمود. سپس، پس از شبیه‌سازی، میزان نیروهای فشاری و برشی وارده به دیسک بین مهره‌ای L5/S1 با استفاده از نرم‌افزار 3DSSPP محاسبه شد تا بر اساس مقادیر بدست آمده، ریسک ابتلا به آسیب‌های کمری مشخص گردد (۲۵). مقدار نیروی فشاری کم‌تر یا مساوی ۳۴۰۰ نیوتن بیانگر ریسک پایین آسیب کمر، بین ۳۴۰۰ تا ۶۴۰۰ نیوتن، ریسک کمردرد متوسط بوده و مقدار بالاتر از ۶۴۰۰ نیوتن ریسک آسیب کمری زیاد خواهد بود و در صورتی که مقدار نیروی برشی کم‌تر یا مساوی ۵۰۰ نیوتن باشد ریسک آسیب به کمر پایین و بالاتر از این مقدار ریسک آسیب کمر زیاد است (۲۴).

آنالیز آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۹ و با روش‌های آمار توصیفی و آزمون کای دو انجام گرفت.

یافته‌ها

مطالعه حاضر در بین ۱۲۰ نفر از کارگرانی که وظیفه بلند کردن دستی بار را بر عهده داشتند انجام گردید. در کارگران مورد مطالعه میانگین سن ۷/۴۰±۳۱/۷۲ سال ، میانگین سابقه کار ۴/۷۶±۴/۹۲ سال ، میانگین وزن ۱۰/۰۳±۷۴/۴۹ کیلوگرم و میانگین قد ۵/۸۸±۱۷۴/۰۶ سانتی‌متر بدست آمد. در این مطالعه ۷۸/۳ درصد افراد علایم اختلالات اسکلتی – عضلانی را حداقل در یکی از اندام‌های خود داشتند. همان‌گونه که در جدول ۱ مشاهده می‌شود، در یک سال اخیر بیشترین فراوانی ناراحتی‌های اسکلتی – عضلانی مربوط به ناحیه کمر بوده است. زانو و پاها از دیگر نواحی هستند که پس از کمر بیشترین فراوانی ناراحتی را در بین کارگران مورد مطالعه داشتند. همچنین بر اساس گزارش افراد مورد مطالعه، اختلالات اسکلتی – عضلانی باعث شده تا ۳۱/۷ درصد از کارگران طی یک سال گذشته به پزشک مراجعه کرده، ۱۸/۳ درصد از آن‌ها مجبور به استراحت پزشکی شده و ۱۳/۳ درصد آن‌ها از خدمات فیزیوتراپی استفاده نمایند.

جدول۱: شیوع علائم اختلالات اسکلتی – عضلانی در کارگران مورد مطالعه در ۱۲ ماه گذشته (n=۱۲۰)

نواحی بدن	اختلالات اسکلتی - عضلانی	
	دارد (n=۹۴)	ندارد (n=۲۱)
	فراوانی (درصد)	فراوانی (درصد)
گردن	۴۳ (٪۳۵/۸)	۷۷ (٪۶۴/۲)
شانه	۴۸ (٪۴۰)	۷۲ (٪۶۰)
آرنج	۲۲ (٪۱۸/۳)	۹۸ (٪۸۱/۷)
دست/مچ دست	۵۷ (٪۴۷/۵)	۶۳ (٪۵۲/۵)
پشت	۵۵ (٪۴۵/۸)	۶۵ (٪۵۴/۲)
کمر	۸۲ (٪۶۸/۳)	۳۸ (٪۳۱/۷)
ران	۳۹ (٪۳۲/۵)	۸۱ (٪۶۷/۵)
زانو	۶۲ (٪۵۱/۷)	۵۸ (٪۴۸/۳)
پا	۵۸ (٪۴۸/۳)	۶۲ (٪۵۱/۷)

در جدول ۲ توزیع فراوانی نیروی فشاری وارد شده به دیسک بین مهره‌ای L5/S1 بر اساس ریسک آسیب ارائه شده است. همان‌گونه که در این جدول مشاهده می‌شود، در ۲۱ نفر (٪۱۷/۵) از کارگران مورد مطالعه میزان نیروی فشاری محاسبه شده از ۳۴۰۰ نیوتن فراتر بوده و احتمال آسیب کمر برای آنان وجود دارد به‌گونه‌ای که برای ۱۵ درصد ریسک ابتلا به اختلالات ناحیه کمر در حد متوسط و در مورد ۲/۵ درصد نیز ریسک آسیب کمر بالا می‌باشد.

جدول ۲: توزیع فراوانی نیروی فشاری وارده به دیسک L5/S1 در کارگران مورد مطالعه بر اساس ریسک آسیب (n=۱۲۰)

مقادیر نیروی فشاری (نیوتن)	تعداد	درصد
۳۴۰۰ ≥ نیروی فشاری (ریسک پایین)	۹۹	۸۲/۵
۶۴۰۰≥ نیروی فشاری > ۳۴۰۰ (ریسک متوسط)	۱۸	۱۵
نیروی فشاری> ۶۴۰۰ (ریسک بالا)	۳	۲/۵

در جدول ۳ توزیع فراوانی نیروی برشی وارده به دیسک L5/S1 در کارگران مورد مطالعه بر اساس ریسک آسیب ارائه شده است. همان‌گونه که ملاحظه می‌شود، در ۱۰/۸ درصد از موارد مقدار این نیرو از ۵۰۰ نیوتن بیشتر شده است.

جدول ۳: توزیع فراوانی نیروی برشی وارده به دیسک L5/S1 در کارگران مورد مطالعه بر اساس ریسک آسیب (n=۱۲۰)

نیروی برشی وارده به ستون فقرات	تعداد	درصد
۵۰۰ ≥ نیروی برشی (شرایط سالم)	۱۰۷	۸۹/۲
۵۰۰< نیروی برشی (شرایط آسیب‌رسان)	۱۳	۱۰/۸

در این مطالعه همچنین ارتباط بین شیوع کمردرد و نیروهای فشاری و برشی مورد بررسی قرار گرفت. با فرض تأثیر مقدار نیروهای فشاری و برشی وارد شده به دیسک L5/S1 بر ایجاد اختلالات کمری در افراد، با استفاده از آزمون کای اسکوئر این ارتباط مورد آنالیز قرار گرفت و نتایج بدست آمده نشان داد که بین مقدار نیروهای فشاری و برشی و میزان کمردردها ارتباط معنی‌داری وجود ندارد ($p > ۰/۰۵$).

بحث

یافته‌های این پژوهش نشان از بالا بودن شیوع کمردرد در کارگران مورد بررسی دارند، زیرا در ۱۲ ماه گذشته، ۶۸/۳ درصد از کارگران مورد مطالعه دچار این اختلالات بودند که می‌تواند قابل انتساب به وزن زیاد بار، اعمال نیروی بیش از حد، پوسچرهای نامناسب در حین بلند کردن بار، ایستادن طولانی مدت و تکرار عمل بلند کردن بار در طول شیفت کار باشد (۲۶). مطالعات مختلفی نشان داده‌اند که در فعالیت‌های حمل دستی بار، ناحیه‌ی کمر در معرض آسیب جدی بوده و شیوع اختلالات در این ناحیه در فعالیت‌های حمل دستی بار بالاست (۳۱-۲۷).

بر اساس نتایج بدست آمده از نرم‌افزار 3DSSPP، تنها در مورد درصد کمی از کارگران مطالعه شده، نیروهای فشاری و برشی از حد مجاز فراتر رفته و به‌طورکلی ریسک ابتلا به آسیب کمر در کارگران پایین است. این موضوع با شیوع اختلالات در ناحیه کمر همخوانی ندارد.

از طرف دیگر یافته‌های این مطالعه نشان داد که شیوع کمردرد در سطوح مختلف نیروهای فشاری و برشی وارد بر دیسک از نظر آماری دارای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشد. به عبارتی فراوانی کمردرد در سطوح مختلف نیروی فشاری و برشی یکسان است. این دو موضوع می‌تواند گویای محدودیت‌های نرم‌افزار 3DSSPP در ارزیابی فراگیر فشار وارده بر ستون فقرات باشد که در آن برای مثال فرکانس بلند کردن بار در محاسبات در نظر گرفته نمی‌شود. البته ثابت نبودن افراد در یک ایستگاه کار به عبارتی متنوع بودن وظایف کاری افراد مورد مطالعه و چرخشی بودن بعضی از آنها می‌تواند از جمله عواملی باشد که بدست آوردن هر گونه ارتباطی بین اختلالات و سطح ریسک را خدشه‌دار سازد. این بدان معنی است که در هنگام ارزیابی، ممکن است فرد در حال انجام بخش سنگین وظایف خود بوده که باعث شده ارزیابی، سطح مواجهه بالایی را نشان دهد درحالی‌که وظایف روتین وی از فشار و سنگینی کمتری برخوردار بوده است. گرچه در انجام ارزیابی‌ها سعی بر آن بود که وظیفه روتین و متداولی که کارگر در طول شیفت کار انجام می‌دهد مورد ارزیابی قرار گیرد.

نتیجه‌گیری

این مطالعه با هدف برآورد نیروهای وارد بر کمر با استفاده از نرم‌افزار 3DSSPP در وظایف حمل دستی بار انجام گرفت. شیوع اختلالات اسکلتی – عضلانی در افراد مورد مطالعه به‌ویژه ناحیه کمر بالا بدست آمد. تنها در ۱۷/۵٪ از افراد مورد مطالعه نیروهای فشاری وارد بر ستون فقرات از حد مجاز فزونی داشت و در مورد نیروهای برشی این میزان برابر با ۱۰/۸٪ بود. نرم‌افزار 3DSSPP می‌تواند در ارزیابی بار وارده بر ستون فقرات محدودیت‌هایی داشته باشد.

تشکر و قدردانی

این مقاله از پایان‌نامه کارشناسی ارشد خانم نعیمه اسدی دانشجوی رشته مهندسی بهداشت حرفه‌ای دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شیراز برگرفته شده است. این مطالعه به‌وسیله دانشگاه علوم

پزشکی شیراز بر اساس طرح مصوب ۶۸۵۵-۹۲ حمایت مالی شده است. نویسندگان مقاله مراتب تقدیر و تشکر خود را از همه پرسنل محترم ایمنی و بهداشت صنایع مذکور و تمامی کارگران زحمتکش که در این تحقیق شرکت نمودند، اعلام می‌نمایند.

منابع

1. Motamedzadeh M, Shafiei MM, Darvishi E. Ergonomics intervention in manual handling of oxygen cylinders in a steel industry. Journal of Health and Safety at Work. 2013;3(1):19-28. [persian]

2 .Habibi Ehsanollah GS, Shakerian M, Hasanzadeh A. Musculoskeletal disorders and ergonomics of workers involved with analyzing the situation manually carring goods in the dairty industry. Health system research. 2011;6(4):649-657. [persian]

3. Dormohammadi A, Motamedzade M, Zarei E, Asghari M, Musavi S. Comparative Assessment of Manual Material Handling Using the Two Methods of NIOSH Lifting Equation in a Tile Manufacturing Company MAC and Revised. Iran Occupational Health. 2013;10(5):72-81. [persian]

4. Abdoli Armky M. Manual Material Handling. Body mechanics and principles of work station design (ergonomics). Tehran: Omid Majd; 2001. [persian]

5. Sadeghi Naeini H. The principles of Ergonomics in Materials Handling Systems.. Tehran: asana; 2000. [persian]

6. Ciriello VM, Dempsey PG, Maikala RV, O'Brien NV. Revisited: comparison of two techniques to establish maximum acceptable forces of dynamic pushing for male industrial workers. International Journal of Industrial Ergonomics. 2007;37(11):877-882.

7. CCPS. Human Factors Methods For Improving Performance In The Process Industry. New Jersey: John Wiley and Son; 2007.

8. Crowl D. Human Factors Methods for Improving Performance in the Process Industries. Center for Chemical Process Safety / AIChE. Available from: http://www.knovel.com/web/portal/browse/display?_EXT_KNOVEL_DISPLAY_boo kid=1787.

9. Lundholm L, Swartz H. Musculoskeletal ergonomics in the construction industry. 2006 [cited 2011 10 Jun]; Available from:
www.av.se/dokument/inenglish/statistics/Sf_2006_05_en.pdf.

10. Francesco V, Thomas A, Asa K. Work related musculoskeletal disorders of the upper limb and back. USA: Taylor & Francis; 2001. p. 56.

11. Holder NL, Clark HA, DiBlasio JM, Hughes CL, Scherpf JW, Harding L, et al. Cause, prevalence, and response to occupational musculoskeletal injuries reported by physical therapists and physical therapist assistants. Physical Therapy. 1999;79(7):642-652.

12. Kilbom Å. Prevention of work-related musculoskeletal disorders in the workplace. International Journal of Industrial Ergonomics. 1998;21(1):1-3.

13. Dempsey PG. Psychophysical Approach to task analysis. Fundamentals and assessment tools for occupational ergonomics Second ed London: Taylor & Francis;2006.

14. Kuiper JI, Burdorf A, Verbeek JHAM, Frings-Dresen MHW, van der Beek AJ, Viikari-Juntura ERA. Epidemiologic evidence on manual materials handling as a risk factor for back disorders: a systematic review. International Journal of Industrial Ergonomics. 1999;24(4):389-404.

15. Reid CR, McCauley Bush P, Karwowski W, Durrani SK. Occupational postural activity and lower extremity discomfort: A review. International Journal of Industrial Ergonomics. 2010;40(3):247-256.

16. Panjali Z, Mazloumi A, Ahsani H, Rezaee E. Evaluation of the risks factors for manual material handling in a metal casting industry in Iran. Iran Occupational Health. 2014;11(1):14-22 [persian].

17. Panjali Z, Abedinlo R, Rezaee E. Assessment of manual material handling using Iranian MMH regulations and comparison with NIOSH equation and MAC method in one of the metal casting industries in Tehran, 2011. Journal of Health and Safety at Work. 2013;3(1):27-34. [Persian]

18. Sadeghi S, Nourgostar S, Alibeygi N, Bidari A. Demographic differences among workers with and without chronic occupationallow back pain in a steel plant. Iranian Journal of Orthopaedic Surgery. 2006;4(2):143-148. [Persian]

19. Buseck M, Schipplein OD, Andersson GBJ, Andriacchi TP. Influence of dynamic factors and external loads on the moment at the lumbar spine in lifting. Spine. 1988;13(8):918-21.

20. Sadeghi N, Fani mj, Aboutorabi h, editors. Compare the weight of the load carried by the Industrial Workers of the

amount recommended by the NIOSH. 7th International Industrial Engineering Conference; 2010; Esfahan. [persian]

21. Russell SJ, Winnemuller L, Camp JE, Johnson PW. Comparing the results of five lifting analysis tools. Applied Ergonomics. 2007;38(1):91-97.

22. Abedini R, Choobineh A, Soltanzadeh A, Gholami M, Amiri F, Hashyani AA. Ergonomic Risk Assessment of Lifting Activities; a Case Study in a Rubber Industry. Jundishapur J Health Sci. 2013;5(1):9-15. [In persian]

23. Kuorinka I, Jonsson B, Kilbom A, Vinterberg H, Biering-Sørensen F, Andersson G, et al. Standardised Nordic questionnaires for the analysis of musculoskeletal symptoms. Applied ergonomics. 1987;18(3):233-237.

24. The University of Michigan Center for Ergonomics. 3D Static Strength Prediction Program Version 6.04 User's Manual. 2010.

25. Mazloumi A, Keikha Moghaddam A, Tabatabai Ghomshe F, Mokhtarinia H .Ergonomic evaluation of occupational low back pain using digital human modeling(DHM) and proposing its preventive countermeasures in one of car manufacturing industry Journal of Health and Safety at Work. 2011;1(1):32-38. [persian]

26. Faghih MA, Motamedzade M, Mohammadi H, Habibi MM, Bayat H, Arassi M, et al. Manual Material Handling Assessment by Snook tables in Hamadan casting workshops. Iran Occupational Health. 2013;10(1):60- 67. [persian]

27. Eskandari D, Noorizade N, Saadati H, Mohammad pour s, Gholami A. The prevalence of musculoskeletal disorders and occupational risk factors in Kashan SAIPA automobile industry workers by key indicator method (KIM). Journal of Health and Safety at Work. 2012;2(1):27-36. [Persian]

28. Motamedzade M, Dormohammadi A, Amjad Sardrodi H, Zarei E, Dormohammadi R. The role of ergonomic design and application of NIOSH method in improving the safety of load lifting tasks. Arak Medical University Journal. 2013;16(75):90-100. [persian]

29. Anderson CK, Chaffin DB. A biomechanical evaluation of five lifting techniques. Applied ergonomics. 1986;17(1):2-8.

30. Deros BM, Daruis DDI, Ismail AR, Sawal NA, Ghani JA. Work-related musculoskeletal disorders among workers' performing manual material handling work in an automotive manufacturing company. American Journal of Applied Sciences. 2010;7(8):1087-1092.

31. Yeung SS, Genaidy A, Deddens J, Alhemood A, Leung PC. Prevalence of musculoskeletal symptoms in single and multiple body regions and effects of perceived risk of injury among manual handling workers. Spine. 2002;27(19):2166-2172.

Estimation of forces exerted on the lower back in manual load lifting using 3DSSPP software

Naeimeh Asadi[1], Alireza Choobineh[2*], Sareh Keshavarzi[3], Hadi Daneshmandi[4]

Received: 7/12/2014 Accepted: 18/01/2015

Abstract

Introduction: Manual load lifting is the most common and most stressful activity in manual handling of loads that imposes the highest possible amount of biomechanical pressure on the body, particularly on the spine. The present study was conducted to determine the prevalence of musculoskeletal disorders and to estimate the mechanical force exerted on the lower back in workers responsible for manual load lifting.

Material and Methods*:* The present cross-sectional study was conducted on 120 workers responsible for manual load lifting activities in 7 industrial settings in the city of Shiraz. The Nordic Musculoskeletal Questionnaire (NMQ) was used for determining the prevalence of musculoskeletal disorders and the 3DSSPP software was used to estimate the forces exerted on the lower back during load lifting. Data were then analyzed in SPSS-19.Findings: The results showed that lower back problems constitute the most prevalent musculoskeletal disorder (68.3%). Evaluations conducted in 3DSSPP showed that in 17.5% of the cases, compressive forces, and in 10.8% of the cases, shearing forces exerted on the L5-S1 disc were higher in the workers than the permissible levels. There were no significant differences between the rate of the prevalence of lower back pain at different levels of compressive and shearing forces exerted on the disc ($p>0/05$).

Results: This finding might indicate the limitations of the method used in this study for conducting a comprehensive assessment of loads exerted on the spine.

Conclusion: The prevalence of musculoskeletal disorders, in particular lower back pain, was estimated to be high among the subjects studied. The risk levels of compressive and shearing forces exceeded the permissible amount in a low percentage of the workers studied. The 3DSSPP software might have certain limitations in the assessment of the pressure exerted on the spine.

Keywords: 3DSSPP software, Manual load lifting, Low back pain.

1. MSc, Department of Occupational Health, School of Health, Shiraz University of Medical Sciences, Shiraz, Iran.
2. *.**(Corresponding Author)** Professor, Research Center for Health Sciences, Shiraz University of Medical Sciences, Shiraz, Iran. Email: alrchoobin@sums.ac.ir
3. Department of Epidemiology, School of Health, Shiraz University of Medical Sciences, Shiraz, Iran.
4. PhD Student, Research Center for Health Sciences, Shiraz University of Medical Sciences, Shiraz, Iran.