مجله ارگونومی
فصلنامه انجمن ارگونومی و مهندسی عوامل انسانی ایران
دوره۳، شماره ۱، بهار ۱۳۹۴

Downloaded from journal.iehfs.ir at 13:34 IRDT on Wednesday September 9th 2015

تحلیل بیومکانیکی ایستگاه های بلند کردن دستی بار و ارائه راهکارهای ارگونومیکی در کمک بهیاران

راضیه مرشدی[۱]، مطره بوعذار[۱]، داود افشاری [۲*]، کامبیز احمدی انگالی[۳]، مریم ملک‌زاده [۱]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۱۰/۱۰ تاریخ پذیرش:۱۳۹۴/۲/۱۳

چکیده

مقدمه: وظایف بلند کردن دستی بار بطور گسترده در بسیاری مشاغل وجود دارد. پرسنل شاغل در بخش‌های درمانی به بـه دلیـل بلنـد کـردن دسـتی بـار ، در معرض ریسک بالای اختلالات اسکلتی- عضلانی هستند. شیوه نادرست بلند کردن بار، یک ریسک فاکتور مهم برای ایجاد کمردرد محسـوب مـی‌شـود. هـدف از انجام این مطالعه، تحلیل بیومکانیکی بارهای وارد بر کمر کمک بهیاران در فعالیت جابه‌جایی دسـتی کـارتن‌هـای سـرم ۱۲/۵ کیلـوگرمی در بیمارسـتان و ارائـه راهکارهای ارگونومیکی مؤثر در پیشگیری از کمردرد می‌باشد.

مواد و روش‌ها: این مطالعه به‌صورت تحلیلی در یکی از بیمارستان‌های شهرستان اهواز در سال ۱۳۹۲ انجام شـده اسـت. پوسـچرهای مـورد ارزیـابی از طریـق مشاهده و عکس‌برداری، نمونه‌برداری شدند. سپس شاخص بلندکردن بار کمپلکس، بوسیله معادله NIOSH و تخمین نیروهای فشاری وارده به مهره‌های L_5/S_1 به عنوان شاخص کمی با استفاده از نرم‌افزار3DSSPP، طی۲ مرحله قبل و بعد از مداخله محاسبه شد. سپس نتایج با استفاده از آزمون‌های آماری مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که بیشترین مقدار RWL در ردیف بالا ۹/۸۹ کیلوگرم و کمترین مقدار آن در ردیف پایین ۵/۴۴ کیلوگرم می‌باشد. بیشترین و کمترین میزان نیروی فشاری نیز در ردیف‌های پایین و بالا به ترتیب ۶۷۲۷ و ۳۷۰۷ نیوتن می‌باشد. نتایج آزمون‌های آماری نشـان داد کـاهش معنـی‌داری بـین مقـادیر شاخص کمپلکس بلند کردن بار (CLI) و همچنین میانگین نیروی فشاری در قبل و بعد از اعمال اصلاحات در ایستگاه کار می‌باشد.

نتیجه‌گیری: از طریق تحلیل بیومکانیکی ایستگاه‌های کار به صورت کمی و کیفی می‌توان ارزیابی دقیق‌تری انجام داد و شرایط ارگونومیکی ایستگاه‌هـای کـار را با دقت بیشتری اصلاح و تعدیل نمود.

کلمات کلیدی: بلند کردن دستی بار، NIOSH، کمردرد، نرم‌افزار3DSSPP، کمک بهیاران

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز، ایران.
۲. * **(نویسنده مسئول)** گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز، ایران. پست الکترونیکی: afshari@ajums.ac.ir
۳. استادیار، گروه آمار دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز، ایران.

Downloaded from journal.iehfs.ir at 13:34 IRDT on Wednesday September 9th 2015

مقدمه

اختلالات اسکلتی عضلانی مرتبط با کار یکی از شایع‌ترین بیماری‌ها و آسیب‌های شغلی محسوب می‌شود. براساس گزارشات موسسه آمار ایالت متحده آمریکا، روزهای از دست رفته ناشی از اختلالات اسکلتی-عضلانی ۱/۳ از کل روزهای کاری در این کشور می‌باشد (۱). بلندکردن دستی بار یکی از مهم‌ترین دلایل آسیب‌های شدید صنعتی بشمار می‌رود (۲). تعدادی از محققین معتقدند که اختلالات اسکلتی-عضلانی و آسیب‌های محیط کار، بزرگ‌ترین مشکل شغلی حتی در کشورهای توسعه‌یافته محسوب می‌شوند. کمردرد در میان افرادی که بطور مرتب بار را جابجا می‌کنند یا حرکت می‌دهند بسیار شایع است، که این حالت باعث ایجاد فشار به قسمت پایین کمرشده و ریسک ایجاد کمر درد را افزایش می‌دهد (۳).

وظایف جابجایی دستی بار بطور گسترده در سطح وسیعی از مشاغل اجرا می‌شود. شیوه نادرست بلند کردن بار، به‌عنوان یک ریسک فاکتور مهم برای ایجاد کمر درد(LBP: Low Back Pain) محسوب می‌شود (۴). پرسنل شاغل در بخش‌های درمانی در معرض ریسک بالای علائم، صدمات و اختلالات اسکلتی عضلانی هستند. نسبت صدمات پرسنل بخش‌های درمانی معادل یا فراتر از افراد شاغل در بخش‌های صنعتی است که بطور معمول به‌عنوان مشاغل با ریسک بالای ابتلا به اختلالات اسکلتی عضلانی درنظر گرفته می‌شوند (۵). شیوع کمر درد در پرستاران بین ۳۰تا ۶۰ درصد گزارش شده است (۶). اختلالات اسکلتی عضلانی در پرسنل درمانی به مقدار زیادی به جابجایی بیمار و فعالیت‌های مربوط به بلند کردن دستی بار مربوط می‌شود. مطالعات بیومکانیکی نشان می‌دهد که این فعالیت‌ها، نیروی فشاری زیادی به ناحیه پایین کمر وارد می‌کند که از حد مجاز توصیه شده توسط NIOSH تجاوز می‌کند (۷). چوبینه و همکارانش از کمردرد به عنوان شایع‌ترین عامل اختلالات اسکلتی-عضلانی در پرستاران دانشگاه علوم پزشکی شیراز نام برده و بیان کردند فعالیت-هایی که شامل جابجایی دستی می‌باشد با بروز کمردرد ارتباط مستقیم دارد (۸). همچنین محسنی و همکارانش شیوع کمردرد را در پرستاران شمال ایران بالغ بر ۵۰ درصد ذکر کردند. در این مطالعات شایع‌ترین مکانیسم بروز کمردرد، بلند کردن اجسام و افراد، شناخته شده و ایستادن طولانی مدت به‌عنوان عامل تشدید علائم، ذکر گردیده است. مهم‌ترین فاکتور کاهش علائم، استراحت عنوان شده است (۹). نشان داده شده تغییر فعالیت بدنی پرستاران، به تنهایی اثر چندانی بر کاهش کمردرد نداشته و روش مؤثرتر، تغییر فیزیکی سیستم و وسایل کار است (۱۰). در شغل کمک پرستاری، وظایف بلند کردن و یا وابسته به بلند کردن بار فراوان هستند (۸, ۱۱). تکرار و دوره طولانی وظایف بلند کردن و جابجایی بیماران، موجب افزایش ریسک کمردرد در اثر افزایش نیروی فشاری و برشی بر روی ناحیه ستون فقرات می‌شود؛ به طوری که کمک پرستاران سه برابر بیش از پرستاران دچار آسیب در ناحیه ستون فقرات می‌شوند و در این میان جابه‌جا کنندگان بیماران بیشتر مستعد ابتلا به آسیب‌های کمر هستند (۱۲).

در مورد مقادیر مجاز نیروهای فشاری وارده به ناحیه کمر، بیشترین معیار استفاده شده برای افراد هر دو جنس توسط NIOSH تعریف شده است.کمیته متخصصین با توجه به شواهد اپیدمیولوژیکی، حد فشار وارد به مهره‌های پنجم کمری و اول خاجی (L_5/S_1) را ۳۴۰۰ نیوتن تعیین کردند (۱۳).

از آنجایی که در مطالعات اپیدمیولوژیکی نشان داده شده است، مشکلات اسکلتی عضلانی و به خصوص کمردرد در بین کمک پرستاران از شیوع بالایی برخوردار است و یکی از وظایف کمک پرستاران بلند کردن دستی بار می‌باشد، هدف از انجام این مطالعه، تحلیل بیومکانیکی بارهای وارد بر کمر بهیاران با استفاده از معادله بلند کردن بار NIOSH و تخمین نیروی فشاری با استفاده از نرم‌افزار دانشگاه میشیگان (3DSSPP) در فعالیت جابه‌جایی دستی کارتن-های سرم ۱۲/۵ کیلوگرمی در یکی از بیمارستان‌های اهواز می‌باشد از آنجایی که با تلفیق دو روش کمی و کیفی می‌توان به ارزیابی دقیق‌تری دست یافت انتظار می‌رود نتایج حاصل از دو روش در ارائه راهکارهای پیشگیری از کمردرد موثرتر و دقیق‌تر باشد.

مواد و روش‌ها

این مطالعه، یک مطالعه تحلیلی می‌باشد که در یکی از بیمارستان‌های شهرستان اهواز در سال ۱۳۹۲ انجام شده است. با توجه به اینکه وظیفه بلندکردن کارتن‌های سرم در کمک بهیاران مشابه یکدیگر بوده و از نوع کمپلکس می‌باشد، در این مطالعه به منظور تحلیل

Downloaded from journal.iehfs.ir at 13:34 IRDT on Wednesday September 9th 2015

بیومکانیکی ایستگاه بلند کردن دستی بار در بهیاران و با توجه به مطالعات گذشته (۱۴-۱۷)، پوسچرهای بلند کردن بار ۷ نفر از کمک بهیاران زن، مورد بررسی قرار گرفت و از طریق مشاهده و عکس‌برداری، نمونه‌برداری از آن‌ها انجام شد. قبل از انجام مطالعه، هدف و اهمیت مطالعه برای کمک بهیاران تشریح و از رضایت آنان جهت شرکت در مطالعه اطمینان حاصل شد و همچنین به آنان خاطر نشان شد که عکس‌های تهیه شده، نزد محقق محرمانه بوده و در صورت استفاده از عکس‌ها، تصویر فرد نشان داده نخواهد شد.

بیمارستان مورد مطالعه دارای یک انبار دارویی مرکزی می‌باشد، در این بیمارستان کمک بهیاران روزانه به مدت تقریبا یک ساعت، کارتن‌های حاوی سرم را که در سه ردیف (با ارتفاع‌های ۷۴، ۱۰۲ و ۱۳۰ سانتی‌متری) روی پالت قرارگرفته‌اند را، بوسیله چرخ دستی از انبار مرکزی به انبار موجود در بخش‌های مختلف بیمارستان منتقل می‌کنند. این کارتن‌ها حاوی ۱۲ عدد سرم یک لیتری می‌باشند که با احتساب وزن هر سرم و جعبه، وزن هر کارتن ۱۲/۵کیلوگرم محاسبه شد. وظیفه مربوط به جابجایی کارتن‌های حاوی سرم، یک وظیفه بلند کردن بار در شرایط کمپلکس می‌باشد که برای هر وظیفه پس از مشاهده و عکس‌برداری (شکل۱)، اطلاعات مورد نیاز جهت تعیین ضرایب مربوط به بلندکردن بار تهیه و با استفاده از معادله بلند کردن بار NIOSH در شرایط کمپلکس، حد توصیه شده وزنی بار (RWL: Recommended Weight Limit) بدست آمده و سپس شاخص بلندکردن بار کمپلکس برای ۷ شرکت‌کننده، محاسبه شد.

شکل۱: تصویری از پوسچر فرد در حین بلند کردن بار

همین‌طور برای تخمین نیروهای فشاری وارده به مهره‌های L_5/S_1، از نرم‌افزار دانشگاه میشیگان (3DSSPP) به‌عنوان یک شاخص کمی جهت تحلیل بیومکانیکی فعالیت بلندکردن کارتن‌های سرم، استفاده شده است. نرم‌افزار دانشگاه میشیگان یک مدل بیومکانیکی استاتیک است که نیروهای فشاری و برشی وارده به مفصل لمبوساکرال (L5/S1) را براساس پوسچر بدن، و بزرگی و ابعاد آنتروپومتریکی محاسبه می‌کند. با استفاده از این نرم‌افزار هر وظیفه بر اساس پوسچر افراد در حین انتقال بار به قفسه‌ها، شبیه‌سازی‌شده و میزان نیروهای وارد بر کمر محاسبه می‌گردد. یکی دیگر از ویژگی‌های این برنامه مقایسه مقادیر تخمین زده شده با حد توصیه شده NIOSH برای نیروی فشاری (۳۴۰۰ نیوتن) و نیروی برشی (۵۰۰ نیوتن) می‌باشد.

بنابراین از عکس‌های تهیه شده از وظایف افراد در حین بلند کردن کارتن‌های سرم، جهت شبیه‌سازی پوسچر مربوط به هر وظیفه در نرم‌افزار، استفاده شد. سپس وضعیت بدن در هنگام بلندکردن کارتن‌ها در سه ارتفاع مختلف توسط نرم‌افزار مورد آنالیز قرارگرفته و مقدار نیروی فشاری وارده به مهره‌های L_5/S_1 بدست آمد.

سپس بعد از انجام یکسری اصلاحات ازجمله افزایش ارتفاع ۱۰ سانتی‌متری پالت‌ها،کم کردن زاویه چرخش کمربا ایجاد فاصله بین پالت و محل قرار دادن بار و همین‌طور آموزش در جهت کم کردن فاصله بین فرد با بار، پوسچرهای افراد مجدداً با هر دو روش مورد ارزیابی قرار گرفت.

در این مطالعه پس از جمع‌آوری داده‌ها، با استفاده از نرم‌افزار SPSS ver.16 نتایج مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. از آزمون همبستگی اسپیرمن به دلیل ماهیت غیرپارامتریک داده‌ها، جهت تعیین ارتباط بین نیروی فشاری با استفاده از نرم‌افزار دانشگاه میشیگان (3DSSPP) و حد توصیه شده وزنی بار (RWL) حاصل از معادله بلند کردن بار NIOSH در ردیف‌های مختلف قرارگیری کارتن‌های سرم، استفاده شد. برای تعیین همبستگی بین میانگین نیروی فشاری و شاخص کمپلکس بلند کردن بار NIOSH، از آزمون رگرسیون استفاده شد و برای تعیین تأثیر اصلاحات در ایستگاه کار در مقادیر شاخص کمپلکس بلند کردن بار NIOSH و نیروی فشاری از آزمون تی استفاده شد.

Downloaded from journal.iehfs.ir at 13:34 IRDT on Wednesday September 9th 2015

یافته‌ها

در جدول ۱ مشخصات جمعیت شناختی افراد مورد مطالعه آورده شده است.میانگین سنی افراد شرکت‌کننده ۳۱/۱۴ سال می‌باشد. حد توصیه شده وزنی بار (RWL) و شاخص بلند کردن بار (CLI: Complex Lifting Index) حاصل از معادله بلند کردن بار NIOSH در سه ردیف مختلف در جدول ۲ نشان داده شده است. بیشترین مقدارRWL در ردیف بالا ۹/۸۹ کیلوگرم و کمترین مقدار آن در ردیف پایین۵/۴۴ کیلوگرم می‌باشد. مقادیر CLI نیز در تمامی شرکت‌کنندگان، مقادیر بالاتر از یک را نشان می‌دهد و بیشترین مقدار محاسبه شده ۲/۴۵ می‌باشد. در جدول ۳ نیز نیروی فشاری تخمین زده شده توسط نرم‌افزار آورده شده است، که بیشترین و کمترین مقدار آن در ردیف‌های پایین و بالا به ترتیب ۶۷۲۷ و ۳۷۰۷ نیوتن می‌باشد.

جدول۱: مشخصات جمعیت شناختی افراد مورد مطالعه

	سن	وزن	قد	سابقه کار
میانگین	۳۱/۱۴	۶۷/۲۹	۱۶۵/۴۳	۵/۵۷
انحراف معیار	۵/۶	۱۶/۳۴	۵/۳۸	۱/۶۱

نتایج حاصل از آزمون‌های آماری نشان داده است که ارتباط معکوسی بین نیروی فشاری و حد توصیه شده وزنی بار (RWL)حاصل از معادله NIOSH در ردیف پایین (با ارتفاع ۷۴ سانتی‌متر از سطح زمین) (Correlation coefficient=-۰/۷۵۶ و **p-value=** ۰/۰۴۹)و ردیف بالا (با ارتفاع ۱۳۰ سانتی‌متر از سطح زمین) (-۰/۸۷۳ =Correlation coefficient و **p-value =**۰/۰۱) وجود دارد. ولی بین نیروی فشاری و حد توصیه شده وزنی بار (RWL) در ردیف وسط (با ارتفاع ۱۰۲ سانتی‌متر از سطح زمین) ارتباط معناداری وجود ندارد (**p-value =** ۰/۰۶).

همچنین یافته‌های حاصل از آزمون‌های آماری(Regression) نشان دادند که همبستگی معناداری بین میانگین نیروی فشاری در سه ردیف مختلف و مقادیر CLI بدست آمده از معادله کمپلکسNIOSH وجود دارد (**p-value =** ۰/۰۲۱ وR^2=۰/ ۶۸۸).

نتایج حاصل از آزمون‌های آماریT-test) (پس ازاصلاحات انجام شده نیز، بیانگر کاهش معنی‌داری(**p-value =** ۰/۰۰۰) بین مقادیر شاخص کمپلکس بلند کردن بار (CLI) در قبل و بعد از اعمال اصلاحات در ایستگاه کار می‌باشد، بطوریکه مقدار CLI در بعضی نمونه‌ها به ۱/۱۳ کاهش یافت. همچنین بین میانگین نیروی فشاری قبل و بعد از اعمال اصلاحات در ایستگاه کار نیز کاهش معنی‌داری (**p-value =** ۰/۰۰۰) مشاهده شد به‌گونه‌ای که در کمترین مقدار به ۳۲۹۲ نیوتن رسید.

جدول۲: حد توصیه شده وزنی بار (RWL) و شاخص بلند کردن بار (CLI) بدست آمده از معادله بلند کردن بار NIOSH–تخمین نیروهای فشاری با استفاده از نرم افزار3DSSPP

	حد توصیه شده وزنی بار (RWL)			شاخص بلند کردن با	تخمین نیروی فشاری وارد بر مهره‌های L_5/S_1 برحسب نیوتن			
	ردیف پایین	ردیف وسط	ردیف بالا	CLI	ردیف پایین	ردیف وسط	ردیف بالا	**میانگین**
نمونه۱	۵/۷۱	۶/۴۹	۹/۸۹	۲/۳۳	۵۶۰۸	۵۵۰۵	۳۸۸۸	**۵۰۰۰**
نمونه۲	۵/۷۱	۶/۴۹	۸/۲۱	۲/۳۴	۵۷۶۲	۵۳۹۳	۳۹۵۰	**۵۰۳۵**
نمونه۳	۵/۴۴	۶/۴۹	۷/۸۵	۲/۴۵	۶۷۲۷	۶۱۰۸	۴۲۲۴	**۵۶۸۶**
نمونه۴	۶/۰۳	۷/۲۱	۸/۳۵	۲/۲۲	۵۳۵۴	۵۰۶۴	۳۷۸۷	**۴۷۳۵**
نمونه۵	۶/۰۳	۷/۲۱	۸/۳۵	۲/۲۲	۵۱۵۴	۴۹۰۴	۳۷۰۷	**۴۵۸۸**
نمونه۶	۵/۴۴	۶/۴۸	۷/۸۹	۲/۴۵	۵۸۲۱	۵۴۶۰	۴۰۱۳	**۵۰۹۸**
نمونه۷	۵/۴۴	۶/۴۸	۷/۸۹	۲/۴۵	۵۸۷۶	۵۵۰۵	۴۰۳۷	**۵۱۳۹**

Downloaded from journal.iehfs.ir at 13:34 IRDT on Wednesday September 9th 2015

جدول۳: RWL و CLI بدست آمده از معادله کمپلکسNIOSH پس از اعمال اصلاحات در ایستگاه کار–تخمین نیروهای فشاری با استفاده از نرم افزار 3DSSPP پس از اعمال اصلاحات در ایستگاه کار

	حد توصیه شده وزنی بار (RWL)			شاخص بلند کردن بار	تخمین نیروی فشاری وارد بر مهره‌های L_5/S_1 برحسب نیوتن			
	ردیف پایین	ردیف وسط	ردیف بالا	CLI	ردیف پایین	ردیف وسط	ردیف بالا	**میانگین**
نمونه۱	۱۰/۹۷	۱۲/۴۸	۱۴/۴۷	۱/۲۲	۴۳۸۴	۴۱۰۷	۲۰۶۹	**۳۵۲۰**
نمونه۲	۱۰/۹۷	۱۲/۴۸	۱۴/۴۷	۱/۲۲	۴۴۷۹	۴۱۸۳	۲۱۰۷	**۳۵۸۹**
نمونه۳	۱۰/۹۷	۱۲/۴۸	۱۴/۴۷	۱/۲۲	۵۰۳۲	۴۵۸۶	۲۳۱۲	**۳۹۷۶**
نمونه۴	۱۱/۸۴	۱۳/۳۸	۱۵/۶	۱/۱۳	۴۱۴۹	۳۹۸۱	۲۰۰۹	**۳۳۷۹**
نمونه۵	۱۱/۸۴	۱۳/۳۸	۱۵/۶	۱/۱۳	۴۰۳۰	۳۸۸۰	۱۹۶۷	**۳۲۹۲**
نمونه۶	۱۰/۹۸	۱۲/۴۳	۱۴/۴۷	۱/۲۱	۴۵۴۴	۴۲۴۳	۲۱۳۷	**۳۶۴۱**
نمونه۷	۱۰/۹۸	۱۲/۴۳	۱۴/۴۷	۱/۲۱	۴۵۷۰	۴۲۴۳	۲۱۴۹	**۳۶۵۴**

بحث و نتیجه‌گیری

هدف از این مطالعه، تحلیل بیومکانیکی بارهای وارد بر کمر بهیاران با استفاده از روش‌های کمی و کیفی جهت ارزیابی وظایف بلند کردن بارهای دستی در بین بهیاران بود (جابه‌جایی کارتن‌های سرم ۱۲/۵کیلوگرمی). از آنجایی که معادله بلند کردن بار NIOSH دارای یکسری معایب عمده ازجمله در نظر نگرفتن ضریب یا وزن‌دهی به برخی پارامترها مثل فاکتور فاصله میانی بین قوزک پا با مرکز ثقل بار و یا فرکانس بلند کردن بار می‌باشد و می‌تواند منجر به تخمین نادرستی در برآورد استرس‌های فیزیکی وارد بر کمر شود (۱۸)، لذا با کاربرد روش‌های تخمین بارهای وارد بر کمر به صورت کمی این معایب تا حدود زیادی رفع خواهد شد و می‌توان با اطمینان بیشتری به نتایج حاصل از ارزیابی استناد کرد و مداخله ارگونومیکی صحیحی را ایجاد کرد.

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که، میزان نیروی فشاری وارد برکمر کمک بهیاران در تمامی طبقات، بیش از حداستاندارد (۳۴۰۰ نیوتن) می‌باشد و این بیانگر ریسک بالای ابتلا به کمردرد در بهیاران می‌باشد. این نتایج هماهنگ با نتایج مطالعه افشاری و همکاران می‌باشد که با پایش دائمی وضعیت‌های تنه در کمک پرستاران با استفاده از شیب‌سنج الکترونیکی قابل حمل، بیان کردند که شایع‌ترین اختلالات اسکلتی عضلانی در بین کمک پرستاران در ناحیه کمر با فراوانی ۶۰ درصد می‌باشد و علت بالا بودن این درصد ابتلا در کمک پرستاران، سنگینی وظایف وفشارهای فیزیکی بالای وارد برکمر می‌باشد (۱۹).

طبق نتایج حاصل از آزمون آماری، همبستگی معناداری بین میانگین نیروی فشاری وارد بر مهره‌های L_5/S_1در سه ردیف مختلف و مقادیر CLI بدست آمده از معادله کمپلکسNIOSH وجود دارد (**p-value** = ۰/۰۲۱وR^2=۰/ ۶۸۸). ماراس و همکارانش در مطالعات خود به این نتیجه رسیدند که معادله NIOSH می‌تواند، ۷۳ درصد از مشاغل با ریسک بالا را به درستی شناسایی کند و درمطالعه مذکور، نتایج حاصل از معادله بلند کردن بار NIOSH، وظایف را با ریسک متوسط نشان داد (۲۰). این نتایج با نتایج مطالعه حاضر تا حدوی مطابقت دارد چراکه نیروی فشاری وارد بر مهره‌های L_5/S_1 در سه ردیف مورد نظر بیش از حد مجاز(۳۴۰۰ نیوتن) می‌باشد و وظایف مورد نظر به‌عنوان وظایفی با ریسک بالا تعیین شده است ولی نتایج حاصل از معادله NIOSH بیانگر این بود که مقادیر CLI در سه ردیف مورد نظر از عدد ۱ بیشتر است که نشان‌دهنده ریسک متوسط این وظیفه می‌باشد.

از طرفی راسل و همکارانش در مطالعه‌ای که برای ارزیابی وظیفه جابه‌جایی بسته‌های شیر انجام دادند بیان کردند که تفاوت معناداری بین نتایج حاصل از معادله بلند کردن بار NIOSH و نرم افزار دانشگاه میشیگان وجود دارد (۲۱). در مطالعه راسل بیان شده است براساس معادله بلند کردن بار NIOSH، وظیفه مورد نظر دارای ریسک بالایی برای ایجاد اختلالات اسکلتی عضلانی است درحالی‌که

Downloaded from journal.iehfs.ir at 13:34 IRDT on Wednesday September 9th 2015

تخمین بار فشاری از طریق نرم‌افزار، وظیفه فوق را کم‌خطر شناسایی کرده است که با نتایج مطالعه حاضر مغایرت دارد.

مطالعات گذشته نشان داده‌اند که بین وضعیت‌های نامطلوب در حین کار با کمردرد ارتباط معنادار وجود دارد (۸, ۲۲, ۲۳). در مطالعه‌ای که بر روی وظایف کمک پرستاران بیمارستانی و میزان حرکت ستون فقرات در ایالات متحده انجام شد شانس ابتلا به کمردرد با افزایش خمش تنه به جلو ۱/ ۰۱ گزارش شد. همین‌طور در مطالعه افشاری که یک ارزیابی مستقیم انجام شد، شانس ابتلا به کمردرد با افزایش خمش تنه به جلو ۱/۰۳ گزارش‌شده است. در مطالعات مذکور حرکت بالاتنه و میزان خمش تنه به جلو، به‌عنوان متغیر معنادار در پیش‌بینی ریسک ابتلا به کمردرد در کمک پرستاران معرفی‌شده است (۱۹, ۲۴). در مطالعه حاضر نشان داده شد که با افزایش خمش تنه به جلو (مربوط به پایین‌ترین ردیف) میزان نیروی فشاری وارده به مهره‌های L_5/S_1 نسبت به ردیف‌های با ارتفاع بالاتر به طور معناداری افزایش داشته است و همین عامل افزایش نیروی فشاری است که شانس ابتلا به کمردرد را در خمش تنه به جلو، بیشتر می‌کند.

در مطالعه‌ای که توسط گومز- بال و همکارانش جهت آنالیز بیومکانیکی بلند کردن دستی بار در یک شرکت تولیدی با استفاده از نرم‌افزار 3DSSPP و تکنیک OWAS انجام شد نیز این پیشنهاد مطرح گردید که توصیه‌هایی مثل طراحی مجدد وسایل بلند کردن بار می‌تواند باعث کاهش فشار وارده بر کمر و جلوگیری از آسیب‌ها و صدمات اسکلتی عضلانی شود و استفاده همزمان از ابزارهای ارزیابی ارگونومیکی ذکر شده می‌تواند در دست‌یابی به نتایج معتبرتر مفید باشند (۲۵).

در مطالعه حاضر نیز اعمال اصلاحاتی در ایستگاه کار ازجمله افزایش ارتفاع پالت به میزان ۱۰cm، باعث تعدیل پارامترهای ارتفاع عمودی بلند کردن بار و فاصله افقی می‌شوند، درنتیجه ضرایب پارامترهای فوق در معادله بلند کردن بار به عدد ایده‌آل (عدد ۱) نزدیک‌تر می‌شوند، که درنهایت منجر به کاهش میزان خمش تنه و کاهش میزان نیروی فشاری وارد بر کمر شد.

در چندین مطالعه بیان شده است که استراتژی‌های مداخله‌ای مانند آموزش، می‌تواند فشار وارد بر ستون فقرات و میزان آسیب‌ها را کاهش دهد (۲۶, ۲۷). در مطالعه حاضر نیز با ارائه آموزش‌های لازم امکان کاهش استرس‌های وارد بر کمر مورد بررسی قرار گرفت . به‌طوری‌که با آموزش کارگران و باهدف کاهش میزان فاصله بار از بدن در حین بلند کردن بار، ضریب فاصله میانی بین قوزک پا و مرکز ثقل بار (HM) کاهش یافت. همچنین با ایجاد فاصله بین پالت و محل قرار دادن بار بهیاران مجبور به راه رفتن و حمل بار می‌شوند لذا در چنین شرایطی احتمال چرخش تنه بسیار کم خواهد شد. بدین ترتیب با تعدیل پارامترهای معادله NIOSH در ایستگاه‌های کار امکان کاهش بارهای فشاری افزایش می‌یابد.

به‌طورکلی نتایج مطالعه نشان داد با تحلیل بیومکانیکی ایستگاه‌های کار به صورت کمی و کیفی می‌توان ارزیابی دقیق‌تری انجام داد و شرایط ارگونومیکی ایستگاه‌های کار را با دقت بیشتری اصلاح و تعدیل نمود. همچنین نشان داده شد که درایستگاه‌های کاری مورد مطالعه، بارهای فیزیکی زیادی به کمر واردشده، اما اصلاحات ارگونومیکی ارائه‌شده تا حد زیادی می‌تواند در کاهش این بارها، کمک‌کننده باشد.

منابع

1. Maul I, Läubli T, Klipstein A, Krueger H. Course of low back pain among nurses: a longitudinal study across eight years. Occupational and Environmental Medicine. 2003;60(7):497-503.

2. Fredericks TK, Kumar AR, Karim S. An ergonomic evaluation of a manual metal pouring operation. International Journal of Industrial Ergonomics. 2008;38(2):182-192.

3. Verbeek J, Martimo K, Karppinen J, Kuijer P, Takala E, Viikari-Juntura E. Manual material handling advice and assistive devices for preventing and treating back pain in workers: a cochrane systematic review. Occupational and Environmental Medicine. 2011; 69(1):79-80.

4. Faber GS, Kingma I, van Dieën JH. Effect of initial horizontal object position on peak L5/S1 moments in manual lifting is dependent on task type and familiarity with alternative lifting strategies. Ergonomics. 2011;54(1):72-81.

5. http://www.bls.gov/news.release/osh.t01.htm

6. Videman T, Ojajärvi A, Riihimäki H, Troup JD. Low back pain among nurses: a follow-up beginning at entry to the nursing school. Spine. 2005;30(20):2334-2341.

Downloaded from journal.iehfs.ir at 13:34 IRDT on Wednesday September 9th 2015

7. Garg A. Long-term effectiveness of ‘‘zero-lift program’’ in seven nursing homes and one hospital. Cincinnati, OH: National Institute for Occupational Safety and Health, Center for Disease Control and Prevention, U.S. Department of Health & Human services; 1999.
8. Choobineh A, Rajaeefard A, Neghab M. Perceived demands and musculoskeletal disorders among hospital nurses. Hakim Research Journal. 2007;10(2):70-75.
9. Mohseni-Bandpei MA, Fakhri M, Bargheri-Nesami M, Ahmad-Shirvani M, Khalilian AR, Shayesteh-Azar M. Occupational back pain in Iranian nurses: an epidemiological study. British Journal of Nursing. 2006;15(17):914-917.
10. Smedley J, Trevelyan F, Inskip H, Buckle P, Cooper C, Coggon D. Impact of ergonomic intervention on back pain among nurses. Scandinavian Journal of Work, Environment & Health. 2003;29(2):117-123.
11. Nelson AL. Safe patient handling and movement: A guide for nurses and other health care providers: Springer Publishing Company; 2005.
12. Fuortes LJ, Shi Y, Zhang M, Zwerling C, Schootman M. Epidemiology of back injury in university hospital nurses from review of workers' compensation records and a case-control survey. Journal of Occupational and Environmental Medicine. 1994;36(9):1022-1026.
13. Waters TR, Putz-Anderson V, Garg A, Fine LJ. Revised NIOSH equation for the design and evaluation of manual lifting tasks. Ergonomics. 1993;36(7):749-776.
14. Garg A, Owen B, Beller D, Banaag J. A biomechanical and ergonomic evaluation of patient transferring tasks: bed to wheelchair and wheelchair to bed. Ergonomics. 1991;34(3):289-312.
15. Ulin S, Chaffin D, Patellos C, Blitz S, Emerick C, Lundy F, et al. A biomechanical analysis of methods used for transferring totally dependent patients. SCI nursing: a Publication of the American Association of Spinal Cord Injury Nurses. 1997;14(1):19-27.
16. Skotte J, Essendrop M, Hansen AF, Schibye B. A dynamic 3D biomechanical evaluation of the load on the low back during different patient-handling tasks. Journal of Biomechanics. 2002;35(10):1357-1366.
17. Allahyari T, Hedayati S, Khalkhali H, Ghaderi F. A comparative survey on forces exerted to low back in patient manual handling. Journal of Ergonomics. 2014;2(2):1-8.
18. Takala E-P, Pehkonen I, Forsman M, Hansson G-Å, Mathiassen SE, Neumann WP, et al. Systematic evaluation of observational methods assessing biomechanical exposures at work. Scandinavian Journal of Work, Environment & Health. 2010:3-24.
19. Afshari D, Mohammadi A, Saki A, Movafaghpour M. Continuous monitoring of back postures using portable inclinometer among nursing assistants. Iran Occupational Health. 2014;11(3):30-39.
20. Marras W, Fine L, Ferguson S, Waters T. The effectiveness of commonly used lifting assessment methods to identify industrial jobs associated with elevated risk of low-back disorders. Ergonomics. 1999;42(1):229-245.
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. Afshari D, Motamedzade M, Salehi R, Soltanian AR. Continuous assessment of back and upper arm postures by long-term inclinometry in carpet weavers. Applied Ergonomics. 2014;45(2):278-284.
23. Daynard D, Yassi A, Cooper J, Tate R, Norman R, Wells R. Biomechanical analysis of peak and cumulative spinal loads during simulated patient-handling activities: a substudy of a randomized controlled trial to prevent lift and transfer injury of health care workers. Applied Ergonomics. 2001;32(3):199-214.
24. Jang R, Karwowski W, Quesada P, Rodrick D, Sherehiy B, Cronin S, et al. Biomechanical evaluation of nursing tasks in a hospital setting. Ergonomics. 2007;50(11):1835-1855.
25. Gomez-Bull K, Ibarra-Mejia G, Hernandez-Arellano JL. Biomechanical Analysis of a Manual Materials Handling Task in a Local Manufacturing Company. 1st Annual World Conference of the Society for Industrial and Systems Engineering Proceedings; 2012.
26. Guthrie PF, Westphal L, Dahlman B, Berg M, Behnam K, Ferrell D. A patient lifting intervention for preventing the work-related injuries of nurses. Work: A Journal of Prevention, Assessment and Rehabilitation. 2004;22(2):79-88.
27. Johnsson C, Carlsson R, Lagerström M. Evaluation of training in patient handling and moving skills among hospital and home care personnel. Ergonomics. 2002;45(12):850-865.

Biomechanical analysis of manual lifting of loads and ergonomics solutions for nursing assistants

Razieh Morshedi[1], Moatare Bozar [1], Davood Afshari [2*], Kambiz Ahmadi Angali[3], Maryam Malekzadeh[1]

Received: 31/12/2014 Accepted: 3/05/2015

Downloaded from journal.iehfs.ir at 13:34 IRDT on Wednesday September 9th 2015

Abstract

Introduction: Many jobs involve manual lifting of loads. Such duties put hospital staff at increased risk of musculoskeletal disorders. Incorrect lifting methods are an important risk factor for low back pain. The present study aimed to analyze the biomechanical loads exerted on the lumbar region of nursing assistants during the manual lifting of 12.5 kg serum cartons in hospital and to provide ergonomic solutions for the prevention of back pain.

Materials and Methods*:* This analytical study was conducted in a hospital in Ahvaz (Iran) during 2013. The desired postures were evaluated through observation and photography. The complex lifting index (CLI) was then calculated based on the National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) equation. Moreover, the compressive forces on L5/S1 vertebrae were estimated as a quantitative index. The calculations were performed before and after the intervention using 3D Static Strength Prediction Program (3DSSPP). The results were analyzed with regression analysis and t-tests.

Results: The maximum and minimum recommended weight limit (RWL) was seen in the top row (89.9 kg) and the bottom row (44.5 kg), respectively. The highest and lowest compressive force was estimated in the bottom and top rows, respectively (6727 and 3707 Newton). The corrective measures in the workstation led to significant reductions in mean CLI and compressive force.

Conclusion: Simultaneous qualitative and quantitative biomechanical analysis of workstations can result in assessments that are more accurate. Corrective measures based on such analyses would also be able to promote ergonomic conditions.

Keywords: Manual lifting of loads, NIOSH, Back pain, 3DSSPP, Nursing assistants

1. Department of Occupational Health, School Of Health, Ahvaz University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran
Corresponding author) Assistant Professor School of Public Health Department of Occupational Safety & Health**)**.*2 Engineering, *Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences*, Ahvaz, Iran. Email: afshari@ajums.ac.ir
3. Department of Statistics School of Health, Ahvaz University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran