

بررسی روایی روش بلند کردن بار به روش KIM-LHC بر مبنای بارهای بیومکانیکی در ارزیابی سطح ریسک برای وظایف بلند کردن دستی بار: یک مطالعه آزمایشگاهی

داوود افشاری^۱، سمیرا کرد^{۱*}، سیده مریم طاهری^۲، سید محمود لطیفی^۳

چکیده

مقدمه و اهمیت موضوع: حمل دستی بار شامل فعالیت‌هایی است که در آن‌ها هل دادن، کشیدن، بلند کردن، پایین آوردن، حمل کردن و نگه داشتن بار صورت می‌گیرد، که بلند کردن بار رایج‌ترین آن‌ها است. هدف این مطالعه بررسی قابلیت اطمینان روش KIM-LHC در شناسایی وظایف بلند کردن دستی بار پرخطر بود.

مواد و روش‌ها: این مطالعه مقطعی بر روی کارگران مرد سالم که سابقه حمل دستی بار داشتند در محیط آزمایشگاهی انجام شد. حجم نمونه با توجه به مطالعات پیشین ۱۵ نفر تعیین گردید. از افراد خواسته شد ۲۵ وظیفه باربرداری را با ۴ بار تکرار و به صورت تصادفی انجام دهند. برای تعیین زاویه خمش تنه از یک شیب‌سنج الکترونیکی استفاده شد و با استفاده از اطلاعات پوسچری و آنتروپومتری افراد، بارهای فشاری وارد بر مهره L5/S1 از طریق نرم‌افزار 3DSSPP محاسبه شد. همچنین، هم‌زمان وظایف با استفاده از روش KIM-LHC ارزیابی شدند و امتیازات نهایی و سطوح اقدامات لازم برای آن‌ها تعیین گردید. داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS.20 و با استفاده از آزمون Chi-square تجزیه و تحلیل شدند.

نتایج: نتایج تخمین نیروی فشاری برای وظایف باربرداری نشان داد، ۹۲٪ از وظایف دارای سطح خطر پایین (کمتر از ۳۴۰۰ نیوتن) و ۸٪ وظایف سطح خطر متوسط (۳۴۰۰ تا ۶۸۰۰ نیوتن) بودند. در حالی که نتایج روش KIM-LHC نشان داد ۲۸٪ وظایف دارای سطح خطر پایین، ۶۴٪ سطح متوسط و ۸٪ دارای سطح خطر بالا بودند.

نتیجه‌گیری: نتایج این مطالعه نشان داد که بین سطوح ریسک حاصل از روش KIM-LHC و نیروی فشاری تخمین زده شده برای برخی از وظایف باربرداری طراحی شده ارتباط معناداری وجود ندارد. بنابراین احتمال وجود خطا در تخمین سطح ریسک برخی از وظایف باربرداری به روش KIM-LHC وجود دارد و می‌بایست مطالعات بیومکانیکی بیشتری از لحاظ کینتیکی و کینماتیکی انجام شود.

واژگان کلیدی: نیروی فشاری، KIM-LHC، بلند کردن بار

^۱ گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز، اهواز، ایران

^۲ گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران

^۳ گروه آمار زیستی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز، اهواز، ایران

* (نویسنده مسئول): تلفن: ۰۱۴۱۰۳۴۸۸۹۳۸۹۳۰۰۹۸۹۳۰۰، پست الکترونیک: samirakord6@gmail.com

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۴/۴

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۹/۱۷

مقدمه

اختلالات اسکلتی عضلانی شایع‌ترین عارضه ناشی از کار می‌باشد (۱). حمل دستی بار یکی از علل ارگونومی بوده که منجر به اختلالات اسکلتی عضلانی می‌شود (۲). عوامل خطر اصلی یا شرایطی که باعث پیشرفت جراحات در وظایف MMH می‌شوند شامل موارد زیر می‌باشند: پوسچرهای نامناسب (مثل خم شدن، پیچش)، حرکات تکراری (دسترسی مکرر، بلند کردن، حمل کردن)، اعمال نیروی زیاد (حمل یا بلند کردن بارهای سنگین)، نقاط فشار (برای مثال چنگش بارها، یا تکیه بر قطعات یا سطوح سخت یا دارای لبه‌های تیز)، پوسچرهای استاتیک (برای مثال، حفظ موقعیت‌های ثابت برای مدت زمان طولانی) (۳).

حمل دستی بار عامل اصلی آسیب نیروی کار در امریکا می‌باشد و از هر ۵ آسیب اتفاق افتاده، ۴ آسیب مربوط به کمردردهای ناشی از حمل دستی بار است (۴). بر اساس گزارش NIOSH سالانه حدود نیم میلیون کارگر در امریکا به درجات مختلف آسیب‌های ناحیه کمر مبتلا می‌شوند. این گزارش نشان می‌دهد که در حدود ۶۰ درصد غرامت‌های ناشی از صدمات جسمانی مربوط به حمل و نقل دستی بار می‌باشد (۵). در میان عوامل ذکر شده، بلند کردن مکرر بار با اعمال نیرو، عامل عمده جراحات کمر است و فعالیت‌های MMH منبع مهم غیبت کارگر از کار و هزینه‌های بالای مربوط به ادعای غرامت می‌باشند (۳، ۶). یافته‌های آماری نشان داده است که حدود ۵۰ درصد از کمردردها مربوط به بلند کردن، ۱۰ درصد مربوط به هل دادن و کشیدن و ۶ درصد نیز مربوط به حمل بار می‌باشد (۷). در بیشتر صنایع کشور وظایف جابجایی دستی بار بخش‌های زیادی از فعالیت کارگران را، چه به صورت اتفاقی و چه به صورت شغلی تشکیل می‌دهد (۸-۱۰). تحقیقات متعددی ارتباط بین حمل و نقل دستی بار (بدون استفاده از تجهیزات کمکی) و افزایش خطر صدمات اسکلتی عضلانی را (به ویژه در کمر و اندام فوقانی) نشان داده‌اند (۱۱). در صورتی که بارها از ظرفیت بلند کردن بار توسط انسان بیشتر باشند، وسایل بلند کردن بار به صورت مکانیکی مثل بالابرها، در حذف یا کاهش صدمات وارد بر کمر مؤثر هستند. با این وجود، بارهایی که برای جابه‌جایی از عهده انسان برمی‌آیند را باید به طور دستی جابه‌جا کرد، چون سرعت وسایل کمکی مکانیکی، خیلی کمتر از انسان است (۱۲).

برای ارزیابی وظایف حمل بار در صنایع تاکنون روش‌های متعددی از جمله Man TRA, MAC, معادله حمل بار NIOSH و امثال آن ارائه شده است. سایر روش‌های ارائه شده برای ارزیابی وظایف حمل و بلند کردن بار شامل جداول Snook, WISHA lifting calculator و KIM می‌باشند که روش‌های جداول Snook و WISHA lifting calculator به صورت نرم‌افزار آنلاین و روش KIM به صورت چک‌لیست است. در مطالعه مقایسه‌ای که در سال ۱۳۹۶ در یک صنعت چاپ در تهران انجام شد از سه روش جداول Snook, WISHA lifting calculator و KIM-LHC جهت ارزیابی به ۶۴ وظیفه بلند کردن بار استفاده شد. نتایج حاصل از ارزیابی به روش KIM-LHC نشان داد درصد بالایی از وظایف (۸۱/۲ درصد) فاقد ریسک قابل توجه بوده و ۱۸/۸ درصد وظایف دارای ریسک قابل توجه بوده و باید نسبت به اصلاح آن‌ها اقدام کرد. همچنین نتایج این مطالعه نشان داد همبستگی بالایی بین سه روش مذکور وجود دارد و می‌توان از آن‌ها به صورت جایگزین در ارزیابی وظایف بلند کردن دستی بار استفاده نمود (۱۳). از آنجایی که تاکنون مطالعات اندکی در خصوص قابلیت اطمینان استفاده از روش‌های ارزیابی حمل دستی بار انجام شده است، این مطالعه با هدف بررسی روایی روش KIM-LHC در ارزیابی سطح ریسک برای وظایف بلند کردن دستی بار در یک مطالعه آزمایشگاهی انجام شده است.

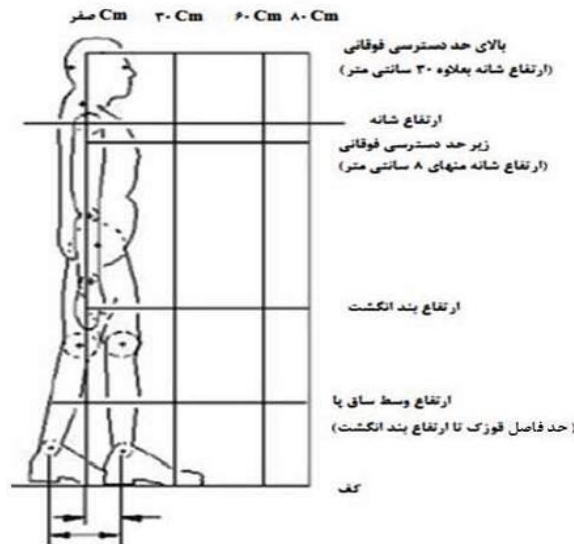
روش کار

این مطالعه ابتدا در قالب یک مطالعه پایه با کد اخلاق IR.ajums.REC.1393.438 در محیط آزمایشگاهی طراحی و انجام شد. شرکت‌کنندگان در این پژوهش از میان کارگران مرد، به صورت تصادفی ساده انتخاب شدند. با توجه به مطالعات قبلی مشابه، حجم نمونه بر اساس مطالعات پیشین ۱۳ نفر تعیین شد ولی به منظور بالا بردن دقت در مطالعه تعداد ۱۵ نفر مورد بررسی قرار گرفتند. (۱۴). قبل از انجام آزمایش از افراد داوطلب در خصوص سوابق اختلالات اسکلتی عضلانی و جراحی ستون فقرات سؤال شد و در صورتی که سابقه کمردرد یا جراحی داشتند از مطالعه خارج شدند.

الف) طراحی مطالعه

برای انجام این پژوهش جعبه‌هایی با وزن‌های ۲، ۵، ۷، ۹،

طبقه دوم: ارتفاع بندانگشت تا پایین شانه
 طبقه سوم: ارتفاع ساق پا تا ارتفاع بندانگشت
 طبقه چهارم: ارتفاع ساق پا تا کف
 فاصله‌های افقی ۳۰ (نزدیک)، ۶۰ (متوسط) و ۸۰
 (گسترش‌یافته) سانتی‌متر در محل مقصد نسبت به قوزک
 میانی استخوان قوزک پا علامت‌گذاری شدند (شکل شماره ۱)



شکل ۱: نمایش گرافیکی نواحی قائم بدن

۱۱، ۱۴، ۱۶، ۱۸، ۲۷ و ۳۲ کیلوگرمی با دسته مناسب با ابعاد ۴۰×۲۸×۲۱ سانتی‌متر تهیه و به هرکدام از جعبه‌ها یک کد شناسایی داده شد. مبدأ بلند کردن بار ثابت و مقصد بار خارجی شامل یک قفسه دارای ۴ طبقه بود. ارتفاع عمودی طبقه‌های قفسه شامل موارد ذیل بود:
 طبقه اول: ۸ سانتی‌متر زیرشانه تا ۳۰ سانتی‌متر بالای شانه

خم شدن کمر به جلو با استفاده از یک دستگاه شیب‌سنج الکترونیکی سه محوری قابل حمل مدل (WILLISTON MICROSTRAIN. VC-223, VT, INC, USA) ساخت کشور آمریکا به صورت آنلاین اندازه‌گیری شد. این دستگاه بالای جناغ سینه و ۲/۵ سانتی‌متر زیر استخوان ترقوه در یک کمر بند حاوی کیفی کوچک دور قفسه سینه بسته می‌شود. قبل از استفاده، کالیبراسیون دستگاه مطابق دستورالعمل شرکت سازنده انجام گردید. دقت دستگاه، در مطالعات مختلف مطابق با گزارش شرکت سازنده (±۰/۵) اعلام شده است.

جهت ثبت زاویه مرجع تنه فرد و صفر کردن میزان زاویه طبیعی تنه هر فرد، پس از قرار گرفتن دستگاه درون کیف از افراد خواسته شد برای ۳۰ ثانیه در حالت ایستاده (بطوریکه بالاتنه کاملاً کشیده و راست باشد) قرار گیرند. برای اطمینان از عدم جابجایی و تغییر مکان دستگاه در کیف و یا تغییر مکان کیف روی تنه افراد پس از پایان نمونه‌برداری از فرد شرکت‌کننده خواسته شد به مدت ۳۰ ثانیه مستقیم و کشیده در حالت ایستاده قرار گیرند و زاویه مرجع پایانی نیز ثبت

به‌طورکلی با توجه به وزن بارها، فاصله‌های عمودی و افقی تعیین‌شده، از افراد خواسته شد تا ۲۵ وظیفه را به صورت تصادفی و هرکدام را با ۴ بار تکرار انجام دهند. به هر وظیفه یک کد شناسایی اختصاص داده شد.

قبل از شروع انجام وظایف از افراد تقاضا شد فرم رضایت‌نامه و مشخصات دموگرافیک خود را تکمیل کنند. وزن و قد افراد نیز توسط پژوهشگر با استفاده از ترازو و قد سنج ستونی مکانیکی مدل ۱۴۲۳۲-secu اندازه‌گیری و ثبت گردید. علاوه بر این، برخی ابعاد آنتروپومتری افراد که مرتبط با اهداف مطالعه بود نظیر ارتفاع شانه، ارتفاع برآمدگی انگشت میانی، ارتفاع ساق پا (زانو)، حد دسترسی به جلو و حد دسترسی بالای سر جهت تعیین فاصله‌های عمودی و افقی متناسب با ابعاد آنتروپومتریکی هر فرد، اندازه‌گیری شد.

ب) تجهیزات و روش انجام کار

در مطالعه حاضر جهت تخمین نیروی فشاری، ابتدا زاویه

گردید. سپس با استفاده از برنامه پیش‌بینی 3DSSPP دانشگاه میشیگان و همچنین اطلاعات آنتروپومتری داوطلبان، بار فشاری وارده بر کمر برای هر وظیفه تعیین گردید. در شروع انجام وظیفه، دستگاه شیب‌سنج کمری به فرد نصب‌شده و به‌صورت تصادفی از فرد خواسته شد وظایف و تکرار آن‌ها را به‌صورت تصادفی انجام دهد. بین هر دو وظیفه به فرد ۳۰ ثانیه استراحت داده شد. به‌منظور کم کردن تأثیر خستگی ناشی از بلند کردن بار روی وظایف بعدی نیز، پس از هر ۵ دقیقه فعالیت (انجام ۵ وظیفه) به فرد ۵ دقیقه استراحت داده شد.

مطالعات پیشین مقادیر حد ایمن برای بافت‌ها را تعیین کرده‌اند (۱۷). NIOSH در سال ۱۹۸۱ حد اعمال نیروی فشاری وارد بر کمر را ۳۴۰۰ نیوتن پیشنهاد کرد، به این صورت که بارهای فشاری کمتر از ۳۴۰۰ نیوتن وارد بر کمر را در ناحیه ایمن قرارداد و در سال ۱۹۹۱ در ویرایش جدید دستورالعمل باربرداری جهت تقلیل ریسک کم‌کرد، میزان بار توصیه‌شده را تبیین کرد؛ به‌طوری‌که هرگاه کاربر باری بیشتر از این حد را جابه‌جا کند، ریسک ابتلا به کم‌کرد افزایش می‌یابد (۱۸).

د) روش‌های آماری تجزیه و تحلیل نتایج:

از ۴ بار تکرار برای هر وظیفه باربرداری توسط هر داوطلب، بیشترین نیروی فشاری آن‌ها در نظر گرفته شد. در نهایت داده‌های حاصل از روش KIM-LHC و تخمین نیروی فشاری وارد نرم‌افزار SPSS.20 شدند. با توجه به ماهیت متغیرها و هدف مطالعه، جهت بررسی ارتباط بین سطح خطر حاصل از تخمین نیروهای فشاری و سطح ریسک به‌دست‌آمده از روش KIM-LHC از آزمون آماری Chi-square استفاده شد. جهت توصیف ویژگی‌های افراد مورد مطالعه از روش‌های آمار توصیفی استفاده شد.

یافته‌ها

ویژگی‌های جمعیت شناختی افراد مورد مطالعه در جدول ۱ آورده شده است. میانگین سنی افراد شرکت‌کننده $30/13 \pm 6/14$ سال بود. میانگین نیروی فشاری وارد بر کمر در فاصله‌های افقی و عمودی مختلف از بدن در جدول شماره ۲ نشان داده شده است.

مطالعات پیشین مقادیر حد ایمن برای بافت‌ها را تعیین کرده‌اند (۱۷). NIOSH در سال ۱۹۸۱ حد اعمال نیروی فشاری وارد بر کمر را ۳۴۰۰ نیوتن پیشنهاد کرد، به این صورت که بارهای فشاری کمتر از ۳۴۰۰ نیوتن وارد بر کمر را در ناحیه ایمن قرارداد و در سال ۱۹۹۱ در ویرایش جدید دستورالعمل باربرداری جهت تقلیل ریسک کم‌کرد، میزان بار توصیه‌شده را تبیین کرد؛ به‌طوری‌که هرگاه کاربر باری بیشتر از این حد را جابه‌جا کند، ریسک ابتلا به کم‌کرد افزایش می‌یابد (۱۸).

ج) روش KIM-LHC

روش شاخص کلیدی (Key Indicator Method)، به‌منظور ارزیابی مواجهه کارکنان با ریسک فاکتورهای اختلالات اسکلتی عضلانی طراحی شده و دارای سه چک‌لیست مختلف برای وظایف بلند کردن بار، نگه‌داشتن و حمل کردن (Key Indicator Method-Lifting, Holding, Carrying (KIM-Key Indicator Method-))، کشیدن و هل دادن (Pushing, Pulling (KIM-PP)) و وظایف حمل بار (Key Indicator Method-Manual Handling Operation (KIM-MHO)) است. این روش در سال

جدول ۱: ویژگی‌های جمعیت شناختی افراد مورد مطالعه

متغیر	میانگین	کمترین	بیشترین	انحراف معیار
سن (سال)	۳۰/۱۳	۲۳	۴۱	۶/۱۴
سابقه کار (سال)	۱۰/۷۵	۴	۱۸	۴/۲۳
قد (سانتی‌متر)	۱۷۲/۲۷	۱۴۱	۱۷۹	۹/۲۴
وزن (کیلوگرم)	۷۴	۶۱	۹۳	۱۰/۵۳

جدول ۲: تخمین نیروهای فشاری وارد بر کمر با استفاده از نرم‌افزار 3DSSPP، سطح خطر و امتیاز روش KIM-LHC

مقایسه با استاندارد	نیروی فشاری (N)			KIM-LHC		فاصله عمودی	فاصله افقی	وزن بار (kg)	کد وظیفه
	کمترین	بیشترین	میانگین	سطح خطر	امتیاز نهایی				
S*	۱۵۸۵	۴۳۶۹	۲۲۴۵ ± ۸۱۹	۲	۲۴	طبقه اول	نزدیک	۱۶	۱
S	۱۲۲۱	۳۳۱۹	۱۷۳۵ ± ۵۹۲	۲	۲۰	طبقه اول	متوسط	۷	۲
P=۰.۰۰۳)NS**	۳۲۳۱	۶۰۰۳	۴۰۰۲ ± ۷۴۲	۳	۳۶	طبقه دوم	نزدیک	۳۲	۳
(
S	۲۴۸۷	۴۳۱۸	۳۳۷۳ ± ۵۱۶	۲	۲۴	طبقه دوم	متوسط	۱۶	۴
S	۲۲۷۷	۳۴۱۳	۲۹۱۵ ± ۳۱۹	۲	۲۰	طبقه دوم	دور	۹	۵
S	۱۸۶۶	۴۹۹۳	۳۲۹۲ ± ۱۰۱۶	۲	۲۴	طبقه سوم	نزدیک	۱۸	۶
S	۱۶۶۹	۴۵۰۰	۲۷۵۰ ± ۱۰۹۶	۲	۲۴	طبقه سوم	متوسط	۱۴	۷
S	۱۲۶۳	۳۷۳۰	۲۱۳۸ ± ۹۸۳	۳	۳۶	طبقه سوم	دور	۷	۸
S	۱۶۲۳	۴۵۱۰	۲۷۰۲ ± ۱۲۵۶	۲	۲۴	طبقه چهارم	نزدیک	۱۴	۹
S	۱۲۶۴	۳۵۸۲	۲۱۲۵ ± ۶۴۰	۳	۴۸	طبقه اول	نزدیک	۱۴	۱۰
S	۹۸۰	۲۷۳۸	۱۴۲۵ ± ۴۷۵	۳	۴۰	طبقه اول	متوسط	۵	۱۱
(P=۰.۱۶)NS	۲۶۰۶	۵۰۵۷	۳۵۶۱ ± ۶۲۱	۳	۴۸	طبقه دوم	نزدیک	۲۷	۱۲
S	۲۵۹۷	۴۱۰۹	۳۱۰۳ ± ۴۲۶	۳	۴۸	طبقه دوم	متوسط	۱۴	۱۳
S	۲۰۹۵	۳۱۸۰	۲۶۶۷ ± ۲۸۲	۳	۴۰	طبقه دوم	دور	۷	۱۴
S	۱۹۳۶	۴۸۵۱	۲۹۸۴ ± ۱۰۲۹	۳	۴۸	طبقه سوم	نزدیک	۱۶	۱۵
S	۱۵۲۹	۴۱۲۸	۲۴۸۵ ± ۱۰۴۴	۳	۴۸	طبقه سوم	متوسط	۱۱	۱۶
S	۱۱۰۱	۳۳۶۷	۱۹۶۳ ± ۹۰۶	۴	۷۲	طبقه سوم	دور	۵	۱۷

ادامه جدول ۲: تخمین نیروهای فشاری وارد بر کمر با استفاده از نرم‌افزار 3DSSPP، سطح خطر و امتیاز روش KIM-LHC

مقایسه با استاندارد	نیروی فشاری (N)			KIM-LHC		فاصله عمودی	فاصله افقی	وزن بار (kg)	کد وظیفه
	کمترین	بیشترین	میانگین	سطح خطر	امتیاز نهایی				
S	۱۲۸۱	۴۲۱۴	۲۲۸۷ ± ۱۱۳۲	۳	۴۰	طبقه چهارم	نزدیک	۹	۱۸
S	۱۲۰۷	۳۲۸۸	۱۷۲۱ ± ۵۳۱	۳	۴۸	طبقه اول	نزدیک	۱۱	۱۹
S	۲۰۵۴	۳۵۵۵	۲۶۹۳ ± ۳۸۳	۳	۴۸	طبقه دوم	نزدیک	۱۴	۲۰
S	۲۳۲۷	۳۳۰۵	۲۶۷۰ ± ۳۱۶	۳	۴۰	طبقه دوم	متوسط	۹	۲۱
S	۱۶۸۵	۳۴۶۱	۲۴۸۶ ± ۵۰۵	۳	۴۰	طبقه دوم	دور	۵	۲۲
S	۱۴۰۳	۳۸۷۲	۲۵۶۳ ± ۸۸۷	۳	۴۰	طبقه سوم	نزدیک	۹	۲۳
S	۱۲۴۰	۳۷۰۷	۲۱۴۴ ± ۹۵۵	۳	۴۰	طبقه سوم	متوسط	۷	۲۴
S	۹۱۶	۴۰۴۴	۱۷۶۱ ± ۱۰۰۸	۴	۷۲	طبقه سوم	دور	۲	۲۵

S* بدین معناست که میانگین نیروی فشاری به‌طور معنی‌داری کمتر از استاندارد توصیه‌شده می‌باشد.
NS** بدین معناست که میانگین نیروی فشاری به‌طور معنی‌داری بیشتر از استاندارد توصیه‌شده می‌باشد.

کمر مربوط به وظیفه شماره ۳ معادل ۴۰۰۲ نیوتن و کمترین آن مربوط به وظیفه شماره ۱۱ معادل ۱۴۲۵ نیوتن می‌باشد. با توجه به بیشترین مقادیر نیروی فشاری مشاهده می‌شود که ۱۹ وظیفه (۷۶٪) دارای بیشترین نیروی فشاری بالاتر از حد

نتایج تخمین نیروی فشاری نشان داد ۹۲٪ از وظایف دارای سطح خطر پایین (کمتر از ۳۴۰۰ نیوتن) و ۸٪ وظایف سطح خطر متوسط (۳۴۰۰ تا ۶۸۰۰ نیوتن) بودند. از بین ۲۵ وظیفه انجام‌شده، بیشترین نیروی فشاری وارد بر

وظایف طراحی شده، بین نیروی فشاری تخمین زده شده برای وظایف طراحی شده و سطوح ریسک به دست آمده از روش KIM-LHC ارتباط معناداری وجود نداشت ($P > 0.05$) (جدول شماره ۳).

توصیه شده (۳۴۰۰ نیوتن) می باشند. همان طور که در جدول شماره ۲ نشان داده شده است نتایج روش KIM-LHC نشان داد ۲۸٪ وظایف دارای سطح خطر پایین، ۶۴٪ سطح خطر متوسط و ۸٪ دارای سطح خطر بالا بودند.

نتایج حاصل از آزمون های آماری نشان داد برای برخی از

جدول ۳: مقایسه نتایج حاصل از تخمین نیروهای فشاری وارد بر کمر با استفاده از نرم افزار 3DSSPP و روش KIM-LHC

تخمین نیروهای فشاری				
کل	سطح ۲	سطح ۱		
۷	۰	۷	تعداد	
۲۸	۰	۲۸	درصد از کل	
۱۶	۲	۱۴	تعداد	
۶۴	۸	۵۶	درصد از کل	
KIM-LHC				
۲	۰	۲	تعداد	
۸	۰	۸	درصد از کل	
۲۵	۲	۲۳	تعداد	
۱۰۰	۸	۹۲	درصد از کل	

P-value > 0.05*
*آزمون Chi-square

بحث

و ۸٪ وظایف در سطح خطر متوسط (۳۴۰۰ تا ۶۸۰۰ نیوتن) بودند. عمری شکستیک و همکاران در پژوهشی به مقایسه نتایج ۳ ابزار تجزیه و تحلیل بلند کردن بار، شامل KIM-LHC، SNOOK و WISHA پرداختند و بیان کردند، همبستگی بالایی در بیان سطح ریسک بین سه روش مذکور وجود دارد و می توان از آن ها به صورت جایگزین در ارزیابی وظایف بلند کردن دستی بار استفاده نمود. همچنین بیان کردند با توجه به ارتباط بالای نتایج حاصل از ارزیابی به روش های KIM-LHC و WISHA، سادگی استفاده، و روایی و پایایی تکنیک های فوق و همچنین در نظر گرفتن فاکتورهای بیشتر برای ارزیابی، این دو روش برای ارزیابی وظایف بلند کردن دستی بار، به استفاده از جداول SNOOK برای این منظور، ارجحیت دارد (۱۳). در مطالعه انجام شده توسط میر محمدی و همکارانش، همبستگی معناداری بین نتایج حاصل از روش KIM-LHC و نرم افزار دانشگاه میشیگان مشاهده شد (۲۴). در حالی که نتایج مطالعه حاضر نشان داد که برای برخی از وظایف باربرداری، بین سطح ریسک بارهای بیومکانیکی تخمین زده شده و روش KIM-

این مطالعه باهدف بررسی قابلیت اطمینان در استفاده از روش KIM-LHC جهت تعیین سطح ریسک وظایف بلند کردن دستی بار انجام شد. با توجه به نتایج روش ارزیابی KIM-LHC مشخص گردید که ۲۸٪ از وظایف باربرداری دارای سطح خطر پایین می باشند. بر این اساس، احتمال افزایش بارکاری فیزیکی و تنش به سیستم اسکلتی عضلانی افراد پایین نظر می رسد. همچنین مشخص شد ۶۴٪ وظایف باربرداری در سطح خطر متوسط قرار دارند. با توجه به توصیف روش KIM برای افرادی که امتیاز نهایی آن ها در این دسته قرار می گیرد می توان نتیجه گرفت که بر اساس نمره کسب شده، بار فیزیکی اضافی ممکن است برای افراد بیش از ۴۰ سال و کمتر از ۲۱ سال رخ دهد. با توجه به نتایج مطالعه، ۸٪ وظایف باربرداری نیز دارای سطح خطر بالا بودند که نشان دهنده افزایش بارکاری و استرس به سیستم اسکلتی عضلانی و ستون فقرات می باشد (۲۴). در حالی که نتایج حاصل از تخمین نیروی فشاری برای وظایف باربرداری نشان داد، ۹۲٪ از وظایف دارای سطح خطر پایین (کمتر از ۳۴۰۰ نیوتن)

توأم پوسچرهای نامناسب و وزن بار خارجی در وظیفه شماره ۱۵ را می‌توان علت فراتر رفتن نیروی فشاری از حدود توصیه‌شده در این وظیفه در نظر گرفت. نتایج مطالعه حبیبی و همکاران مشخص کرد اختلالات اسکلتی-عضلانی چند عاملی هستند و فاکتورهایی مثل خمش تنه، فاصله بار از بدن حین بلند کردن آن، ارتفاع محل بلند کردن بار از جمله متغیرهایی هستند که می‌توانند به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم باعث تشدید و یا ایجاد اختلالات اسکلتی عضلانی در افرادی شوند که اصول ارگونومیکی را حین کار رعایت نمی‌کنند. (۲۳)

در روش ارزیابی KIM-LHC، برای وظایف باربرداری شماره ۴، ۶، ۷ و ۹ سطح خطر متوسط ارزیابی‌شده بود و میانگین بار فشاری تخمین زده‌شده با توجه به حدود توصیه‌شده NIOSH نیز برای این وظایف تقریباً متوسط بود. با توجه به نتایج مطالعه حاضر، سطح ریسک برای ۷ وظیفه باربرداری طراحی‌شده (۸، ۱۰، ۱۱، ۱۴، ۱۹، ۲۰ و ۲۱) بر مبنای بار فشاری تخمین زده‌شده کمتر از حد توصیه‌شده NIOSH تعیین گردید، درحالی‌که روش ارزیابی KIM-LHC سطح ریسک را برای این وظایف در سطح متوسط برآورد کرده بود. یکی از دلایل عمده این عدم تطابق ممکن است به دلیل ماهیت روش ارزیابی دو تکنیک مورد استفاده در این مطالعه باشد، بطوریکه روش KIM به‌صورت کیفی به ارزیابی سطح ریسک وظایف باربرداری می‌پردازد درحالی‌که تخمین بارهای وارد بر کمر به‌صورت کمی، سطح ریسک را ارزیابی می‌کند. مطالعات نشان داده‌اند که استفاده از روش‌های بیومکانیکی در ارزیابی ریسک حمل دستی بار از اهمیت و دقت قابل قبولی نسبت به تکنیک‌های کیفی برخوردار هستند. در مطالعه‌ای تقریباً مشابه، راسل و همکارانش نشان دادند که بر اساس معادله بلند کردن بار NIOSH، برخی از وظایف باربرداری دارای سطح ریسک بالایی بوده‌اند درحالی‌که تخمین بار فشاری با استفاده از نرم‌افزار دانشگاه میشیگان، همان وظیفه را کم‌خطر شناسایی کرده است (۲۵). این نتایج با نتایج مطالعه حاضر مطابقت دارد.

نتیجه‌گیری

این مطالعه باهدف بررسی قابلیت اطمینان استفاده از روش KIM-LHC در تعیین سطح ریسک وظایف باربرداری طراحی‌شده در آزمایشگاه انجام شد. نتایج مطالعه حاضر تفاوت معناداری بین سطوح ریسک حاصل از روش KIM-LHC و نیروی فشاری تخمین زده‌شده برای برخی از وظایف

LHC ارتباط معناداری وجود ندارد. معنادار نبودن همبستگی بین نتایج دو روش شاخص کلیدی KIM و نرم‌افزار 3DSSPP را می‌توان بیشتر به فرکانس بلند کردن بار و نوع پوسچر مرتبط دانست، چراکه فرکانس بلند کردن بار که عامل مهمی در احتساب امتیاز نهایی ریسک روش شاخص کلیدی KIM است، در نرم‌افزار 3DSSPP لحاظ نمی‌شود. و همچنین پوسچرهای ارائه‌شده توسط روش شاخص کلیدی KIM کیفی هستند و می‌بایست جهت تعیین سطح ریسک وظایف، شبیه‌ترین پوسچر را از میان نمونه‌های تعیین‌شده در این روش انتخاب کرد در صورتی‌که برای تخمین نیروی فشاری پارامترهای اندازه‌گیری از جمله پوسچر اندام‌ها به‌صورت کمی اندازه‌گیری می‌گردد.

با توجه به نتایج ارزیابی بار فشاری وارد بر کمر، وظایف شماره ۳ و ۱۲ دارای میانگین نیروی فشاری بالاتر از حد مجاز بوده و این وظایف به‌عنوان وظایفی با ریسک بالا شناسایی شدند. درحالی‌که مطابق نتایج حاصل از روش KIM-LHC، برای این وظایف سطح خطر، متوسط پیش‌بینی‌شده بود، که نشان‌دهنده آن است که بار فیزیکی اضافی ممکن است برای افراد بیش از ۴۰ سال و کمتر از ۲۱ سال رخ دهد. برخی از مطالعات عدم انطباق نتایج تکنیک‌های ارزیابی کیفی با مدل‌های بیومکانیکی در وظایف باربرداری نشان داده‌اند. به‌عنوان مثال، مرشدی و همکارانش در مطالعه‌ای به تحلیل بیومکانیکی بارهای وارد بر کمر بهیاران پرداختند و مشاهده کردند در وظایف انجام‌شده نیروی فشاری وارده بالاتر از حد استاندارد توصیه‌شده بوده و وظایف موردنظر به‌عنوان وظایفی با ریسک بالا تعیین شدند در صورتی‌که نتایج حاصل از معادله NIOSH نشان‌دهنده ریسک متوسط این وظایف بود (۲۲).

با توجه به یافته‌های مطالعه حاضر، برای وظایف ۱۳، ۱۵، ۱۶، ۱۸ و ۲۳ با در نظر گرفتن یک انحراف معیار بالاتر از میانگین نیروی فشاری، سطح ریسک آسیب‌های کمری متوسط پیش‌بینی می‌گردد. که منطبق با نتایج حاصل از روش KIM-LHC می‌باشد.

به نظر می‌رسد برای وظیفه ۱۳ علت این امر تأثیر وزن بار خارجی باشد. در وظایف شماره ۱۶، ۱۸ و ۲۳ نیز افزایش زاویه خم شدن تنه به جلو و پوسچرهای نامناسب می‌تواند علت فراتر رفتن نیروی فشاری از حدود توصیه‌شده باشد. همچنین، تأثیر

طراحی شده نشان داد، بنابراین احتمال وجود خطا در تخمین سطح ریسک برخی از وظایف باربرداری به روش KIM-LHC کینتیکی و کینماتیکی انجام شود. وجود دارد و می‌بایست مطالعات بیومکانیکی بیشتری از لحاظ

References

1. Habibi E, Kazemi M, Safari S, Hassan zadeh A. the relationship between lifting capacity with the NIOSH equation and the risk of musculoskeletal disorders with the RULA method in health service personal of Isfahan, Iran. *Nezam salamat*. 2012;(5):131-7.
2. Manual handling assessment charts. Health and Safety Executive (HSE). 2003; First published.
3. Rossi D, Bertoloni E, Fenaroli M, Marciano F, Alberti M. A multi-criteria ergonomic and performance methodology for evaluating alternatives in “manuable” material handling. *International Journal of Industrial Ergonomics*. 2013;43(4):314-27.
4. OSHA Technical Manual [Internet]. Occupational Safety & Health Administration (OSHA). 2011 Available from: https://www.osha.gov/dts/osta/otm/otm_vii/otm_vii_1.html.
5. Choobine A. Methods of posture assessment in occupational ergonomics 2ed: Fanavaran 2004.
6. Resnick M, Chaffin D. An ergonomic evaluation of three classes of material handling device (MHD). *International Journal of Industrial Ergonomics*. 1997;19(3):217-229.
7. Motamedzadeh M, Dormohamadi A, Sardroodi H, Zarei E, Darmohamadi R, Sahafei Motlagh M. The ergonomic design and application of the NIOSH equation on immunization of lifting tasks. *Journal of Arak University of Medical Sciences*. 2013;16(6):90-100.
8. 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):71-81 [persian].
9. HABIBI E, GHARIB S, SHAKERIAN M, HASANZADEH A. Musculoskeletal disorders and ergonomics of workers involved with analyzing the situation manually carrying goods in the dairy industry. 2011;6(4):649-57
10. Motamedzadeh M, Shafiei Motlagh M, Darvishi E. Ergonomics intervention in manual handling of oxygen. *Health and Safety at Work*. 2013;3(1):19-28.
11. Nussbaum MA, Chaffin DB, Stump BS, Baker G, Foulke J. Motion times, hand forces, and trunk kinematics when using material handling manipulators in short-distance transfers of moderate mass objects. *Applied ergonomics*. 2000;31(3):227-37.
12. Heydari H, Hoviat Talab M, Azeghani MR, Ramezan Zadeh M, Parnian Pour M. The effect of wearable supportive devices in the reduction of forces in the erector spinae muscles in keeping tasks using biomechanical modeling and EMG sampling. *Research in Rehabilitation Sciences*. 2011;7(2):169-78.
13. Omari Shekaftik S, Vosooghi S, Sedghi Noosh Abadi Z, Hosseini AF. Comparative evaluation of Manual Material Handling tasks in three ways: Snook and WISHA tables, KIM-LHC: A case study in a printing industry. *Occupational Medicine Quarterly Journal*. 2020;11(4):1-11 [persian].
14. Wu S-P. Maximum acceptable weight of lift by Chinese experienced male manual handlers. *Applied Ergonomics*. 1997;28(4):237-44.
15. Alkherayf F, Agbi C. Cigarette smoking and chronic low back pain in the adult population. *Clinical & Investigative Medicine*. 2009;32(5):360-7.
16. Shiri R, Karppinen J, Leino-Arjas P, Solovieva S, Viikari-Juntura E. The association between smoking and low back pain: a meta-analysis. *The American journal of medicine*. 2010;123(1):87. e7-35.
17. Potvin JR, Chiang J, Mckean C, Stephens A. A psychophysical study to determine acceptable limits for repetitive hand impact severity during automotive trim installation. *International Journal of Industrial Ergonomics*. 2000;26(6):625-37.

- 18.KONZ S. NIOSH lifting guidelines. The American Industrial Hygiene Association Journal. 1982;43(12):931-3.
- 19.Hesam G, Motamedzade M, Moradpour Z. Ergonomics intervention in poultry slaughter industry and evaluate the effectiveness by key indicators method (KIM). Iranian Journal of Ergonomics. 2014;2(2):9-19.
- 20.Klussmann A, Liebers F, Brandstädt F, Schust M, Serafin P, Schäfer A, et al. Validation of newly developed and redesigned key indicator methods for assessment of different working conditions with physical workloads based on mixed-methods design: a study protocol. BMJ open. 2017;7(8):e015412.
- 21.Steinberg U. New tools in Germany: development and appliance of the first two KIM (" lifting, holding and carrying" and" pulling and pushing") and practical use of these methods. Work. 2012;41(Supplement 1):3990-6.
- 22.Morshedi R, Bozar M, Afshari D, Ahmadi Angali K, Malekzadeh M. Biomechanical analysis of manual lifting of loads and ergonomics solutions for nursing assistants. Journal of Ergonomics and Human Factors Engineering of Iran. 2015;3(1):17-24.
- 23.Habibi EA, Kazemi M, Safari S, Hassanzadeh A .Relationship between the material handdling capacity by NIOSH method and the risk of musculoskeletal disorders by Rapid upper limb assessment (RULA) on the Welfare Organization staffs of Isfahan,. Journal of Research in Health System. 2012;8(1):131-7.
- 24.Mir Mohammadi st, GHolizadeh a, Moosavi nasab sN, Hosseini Nejad SE, Alizadeh H. Ergonomic evaluation of manual handling tasks of Mallard food industry using three-dimensional software "3DSSPP" and key indicators method. Health and Development Journal. 2019;8(2):175-86.
- 25.Russell SJ, Winnemuller L, Camp JE, Johnson PW. Comparing the results of five lifting analysis tools. Applied Ergonomics. 2007;38(1):91-7.

Assessment of the adequacy of KIM-LHC method in assessing the risk level based on biomechanical loads for manual lifting tasks: A laboratory study

Davood Afshari¹, Samira Kord^{*1}, Seyedeh Maryam Taheri², Seyed Mahmood Latifi³

¹ Department of Occupational Health Engineering, School of Public Health, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran.

² Department of Occupational Health Engineering, School of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

³ Department of Bio-statistics, School of Public Health, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran.

Abstract

Introduction: Manual Material handling includes activities in which pushing, pulling, lifting, lowering, carrying, and holding the load, the most common of which is lifting. This study aimed to evaluate the reliability of the KIM-LHC method to identify high-risk manual load lifting tasks.

Material and Methods: This cross-sectional study was performed on healthy male workers with a history of manual material handling in a laboratory setting. The sample size was determined according to previous studies of 15 people. The participants were required to perform 25 tasks with four iterations randomly. An inclinometer device was used to determine the forward bending angle at the waist. Compression loads exerted on L5/S1 were estimated using 3DSSPP software using participants' postural and anthropometric information. Also, the tasks were evaluated using the KIM-LHC method, and their final scores and levels of MSD risks were determined. Data were analyzed using SPSS.20 software and the Chi-square test.

Results: The results of compression load estimation for lifting tasks showed that 92% of the tasks had a low-risk level (less than 3400 N), and 8% of the tasks had a medium-risk level (3400 to 6800 N). While the results of the KIM-LHC method showed that 28% of tasks had a low-risk level, 64% had a medium level, and 8% had a high-risk level.

Conclusion: The results of this study showed no correlation between the risk levels of the KIM-LHC method and the estimated compression load for some designed lifting tasks. Therefore, there is a possibility of error in estimating the risk level of some lifting tasks by the KIM-LHC method, and more biomechanical studies should be performed on kinetics and kinematics.

Key words: Compressive force, KIM-LHC, lifting load

This paper should be cited as:

Afshari D, Kord S, Taheri SM, Latifi SM. *Assessment of the adequacy of KIM-LHC method in assessing the risk level based on biomechanical loads for manual lifting tasks: A laboratory study*. Occupational Medicine Quarterly Journal. 2022;14(2):34-43.

*** Corresponding author:**

Email: samirakord6@gmail.com

Tel: +989388340141

Received: 2021.12.08

Accepted: 2022.06.25