مقاله پژوهشی

مجله علمی پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی اراک
سال 16، شماره6 (شماره پیاپی75)، شهریور 1392، 100-90

نقش طراحی ارگونومیکی و کاربرد روش NIOSH در ایمن سازی وظایف بلند کردن بار

مجید معتمدزاده[1]، علی درمحمدی[2*]، حسین امجد سردرودی[3]، اسماعیل زارعی[4]، رضا درمحمدی[5]، مسعود شفیعی مطلق[3]

1. دانشیار، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران
2. کارشناس ارشد مهندسی بهداشت حرفه‌ای، اداره HSE پروژه خط 2 قطار شهری مشهد، مشهد، ایران
3. کارشناس ارشد مهندسی بهداشت حرفه ای، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران
4. مربی، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای ، دانشگاه علوم پزشکی نیشابور، نیشابور، ایران
5. کارشناس مهندسی مکانیک، دانشگاه آزاد اسلامی مشهد، مشهد، ایران

تاریخ دریافت: 92/2/1 تاریخ پذیرش: 92/5/2

چکیده

زمینه و هدف: بلندکردن بار پر استرس‌ترین فعالیت حمل دستی بار محسوب می‌شود و می‌تواند سبب ایجاد اختلالات اسکلتی عضلانی مرتبط با کار در کارگران گردد. اهداف این مطالعه تعیین فراوانی اختلالات اسکلتی عضلانی، ارزیابی وظایف بلندکردن بار با روش NIOSH، طراحی ارگونومیکی و ارزیابی اثر بخشی آن می‌باشد.

مواد و روش‌ها: این مطالعه مداخله‌ای بر روی 30 کارگر یکی از صنایع چینی آلات بهداشتی همدان انجام گرفت. ارزیابی وظایف بلند کردن بار به روش معادله بلند کردن بار NIOSH و تعیین فراوانی اختلالات اسکلتی عضلانی به وسیله پرسش‌نامه نوردیک انجام گرفت. سپس مراحل ساخت و تعیین اثر بخشی طراحی ارگونومیکی به اجرا در آمد.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که بیش‌ترین فراوانی ناراحتی‌های اسکلتی عضلانی مربوط به اندام کمر می‌باشد. نتایج شاخص بلند کردن بار، خطر بلند کردن بار را در قبل از مداخله بالا(بیشتر از 3) نشان داد و این مقدار پس از اجرای مداخله ارگونومیکی(طراحی چرخ حمل بار) به میزان خطر متوسط (بین 1 تا 3) کاهش یافت. ارتباط معناداری بین میانگین مقدار خطر در قبل و بعد از مداخله مشاهده شد($p<0/001$).

نتیجه‌گیری: چرخ حمل بار طراحی شده با قابلیت جابه‌جایی دینامیکی عمودی در طبقات، در ایمن سازی وظایف بلند کردن بار نقش قابل توجهی دارد و احتمال کاهش شیوع اختلالات اسکلتی عضلانی و آسیب‌های کمری را به همراه خواهد داشت.

واژگان کلیدی: طراحی تجهیزات، ارگونومیک، بلندکردن، بیماری‌های اسکلتی- عضلانی

***نویسنده مسئول**: مشهد، بلوار خیام شمالی 48، خیابان نیلوفر 1، پلاک 21

Email: a.dormohammadi@gmail.com

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

امروزه با وجود این که خیلی از فرایندها مکانیزه شده‌اند اما هنوز کارهای زیادی به صورت دستی در صنایع مختلف انجام می‌شود که این کارها تحت عنوان حمل دستی بار نامیده می‌شوند(1). حمل دستی بار شامل هر فعالیتی است که در آن بلندکردن، پایین آوردن، هل دادن، کشیدن، حمل کردن و نگه داشتن اشیاء انجام شود و نیاز به اعمال نیرو از سوی فرد باشد(2). در حقیقت، تقریباً یک سوم از همه شغل‌های صنعتی در ایالات متحده آمریکا حداقل شامل یکی از فعالیت‌های حمل دستی بار می‌باشند(3). رایج ترین فعالیت از بین فعالیت‌های حمل دستی بار در محیط‌های کاری، بلندکردن بار می‌باشد(1) که خود پر استرس‌ترین فعالیت حمل دستی بار محسوب می‌شود(4) و می‌تواند سبب ایجاد اختلالات اسکلتی - عضلانی مرتبط با کار در کارگران گردد(1، 5). اختلالات اسکلتی عضلانی به هر گونه آسیب بافتی به سیستم اسکلتی عضلانی و اعصاب اطلاق می‌شود(6) که به صورت درد و ناراحتی در ماهیچه‌ها، تاندون‌ها، رباط‌ها، مفاصل، اعصاب محیطی و رگ‌های خونی بروز می‌کند(7، 8) یکی از رایج ترین اختلالات اسکلتی - عضلانی که در اثر فعالیت‌های حمل دستی بار به خصوص بلندکردن بار ایجاد می‌شود، کمر دردهای شغلی است(11-9). در سال 1997 هزینه‌های ناشی از کمر درد در محیط‌های صنعتی ایالات متحده آمریکا، 171 میلیون دلار برآورد شده است(12) و علت نیمی از هزینه‌های آسیب‌های کمری، ناشی از بلند کردن دستی بار می‌باشد(13). هم‌چنین یافته‌های آماری نشان داده است که حدود 50 درصد از کمر دردها مربوط به بلند کردن، 10 درصد مربوط به هل دادن و کشیدن و 6 درصد نیز مربوط به حمل بار می‌باشد(14). با توجه به آمار موجود باید برای جلوگیری از وقوع این مشکلات رویکردی پیش‌گیرانه در پی گرفت. این فرایند می‌تواند شامل اقدامات مهندسی، اقدامات مدیریتی - اجرایی و آموزش باشد. از جمله صنایعی که در شهر همدان به دلیل انجام شدن کارهای دستی به خصوص بلند کردن بار و قرار داشتن کارکنان آن در معرض خطر ابتلا به اختلالات اسکلتی - عضلانی به ویژه کمر دردهای شغلی، نیاز به شناسایی، ارزیابی و کنترل عوامل خطر از طریق اجرای اقدامات ارگونومیکی دارد، صنعت تولید چینی آلات بهداشتی می‌باشد. هدف اصلی این مطالعه اجرای مداخله ارگونومیک در قالب طراحی مهندسی به منظور بهبود وضعیت بدن و ایستگاه‌های کار و به دنبال آن کاهش شیوع اختلالات اسکلتی - عضلانی می‌باشد. تعیین فراوانی اختلالات اسکلتی - عضلانی و تعیین حد مجاز وزن بار (Recommended Weight Limit-RWL) و ارزیابی وظایف بلند کردن بار در قبل و بعد از مداخله ارگونومیک مهندسی به وسیله معادله اصلاح شده بلند کردن بار NIOSH(15) از دیگر اهداف انجام این مطالعه می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این مطالعه از نوع مداخله‌ای است که در سال 1390 در یکی از صنایع ساخت چینی آلات بهداشتی در شهر همدان انجام گرفت و سه نوع محصول تولیدی این شرکت، پایه روشویی، روشویی و کاسه توالت می‌باشد. جامعه مورد مطالعه، کل کارگران شرکت مذکور بودند و معیار ورود به مطالعه آنها، داشتن وظایف بلند کردن بار به صورت انفرادی بود. در مجموع 30 نفر از کارگران وارد مطالعه شدند و آن دسته از افرادی که سابقه بیماری اسکلتی - عضلانی و یا حادثه تاثیر گذار بر روی سیستم اسکلتی - عضلانی داشتند(5 نفر) به مطالعه راه نیافتند. این شرکت از واحدهای مختلفی از جمله قالب ریزی، ریخته گری، سمباده زنی، لعاب زنی، کوره و بسته بندی تشکیل شده است. بلندکردن و حمل بار به صورت تیمی از وظایف واحد قالب ریزی است و بلند کردن انفرادی همراه با حمل بار نیز فقط در واحد ریخته گری انجام می‌شود. کارگران در بقیه واحدها دارای وظایف بلند کردن بار انفرادی از روی چرخ‌های حمل بار با طبقات ثابت هستند.

در این مطالعه ابتدا به بررسی ویژگی‌های دموگرافیک افراد پرداخته شد و سپس به منظور تعیین میزان

Archive of SID
www.SID.ir

ناراحتی‌های اسکلتی عضلانی از پرسش‌نامه نوردیک استفاده گردید. پرسش‌نامه نوردیک به دو طریق مصاحبه با افراد بی سواد و دیگری توسط خود افراد با سواد تکمیل گردید. از آن جا که بلندکردن بار، باعث ایجاد ناراحتی در اعضاء مختلف بدن از جمله کمر، شانه، زانو و مچ دست می‌شود در نتیجه پس از بررسی نتایج حاصل از پرسش‌نامه نوردیک و تعیین درصد ناراحتی در اندام‌های مختلف کارگران، معلوم شد که نیاز به بررسی و ارزیابی بیشتر عوامل خطر مربوط به فعالیت بلند کردن بار در این شرکت می‌باشد. از این رو به منظور ارزیابی، عوامل خطر مربوط به فعالیت بلند کردن بار انفرادی و تعیین RWL از روش معادله اصلاح شده بلند کردن بار NIOSH استفاده گردید. با توجه به این که محور اصلی بحث در روش محاسباتی NIOSH، بلند کردن دستی بار انفرادی می‌باشد و فعالیت‌هایی که هل دادن، کشیدن، حمل بار در مسافت‌های زیاد، بالا بردن بار از پله و بلندکردن بار به صورت تیمی را دارند، نمی‌توان با این روش ارزیابی کرد(16) در نتیجه فقط واحدهایی مثل سمباده زنی، لعاب زنی، کوره و بسته بندی که فعالیت بلند کردن بار از روی چرخ‌های حمل بار با طبقات ثابت داشتند را با این روش مورد ارزیابی قرارداده شد و واحد قالب سازی و ریخته‌گری به دلایل مذکور ارزیابی نگردیدند. در این روش، ابتدا از طریق وزن کردن بار، اندازه گیری فواصل افقی و عمودی بین دست‌ها، محاسبه میزان جا به جایی بار در سطح قائم، محاسبه تعداد دفعات بلند کردن بار در دقیقه و هم‌چنین مشاهده کیفیت جفت شدن دست با بار، مقدار عددی هر یک از متغیرهای مورد نیاز به دست آورده شد و سپس ضرایب متناظر با مقدار عددی متغیرها، از جداول مربوطه استخراج گردید و با قرار دادن ضرایب در معادله NIOSH، حد توصیه شده وزن بار برای فعالیت بلند کردن بار انفرادی در هر واحد به دست آورده شد و سپس برای هر کدام از آنها، شاخص بلند کردن بار طبق فرمول محاسبه گردید تا بر اساس مقدار شاخص بلند کردن بار، احتمال خطر ابتلا به اختلالات اسکلتی عضلانی، به ویژه آسیب کمری و نوع اقدام کنترلی مورد نیاز مشخص گردد. فرمول NIOSH بدین شکل می باشد:

$$RWL=LC\times HM\times VM\times DM\times AM\times FM\times CM$$

که در آن LC عدد ثابت(23 برحسب کیلوگرم یا 51 بر حسب پوند)، HM ضریب متناظر با فاصله افقی بین دست‌ها در محل گرفتن بار تا نقطه میانی بین مچ پاها برحسب اینچ یا سانتی‌متر، VM ضریب متناظر با فاصله قائم بین دست‌ها در محل گرفتن بار تا کف کارگاه بر حسب اینچ یا سانتی‌متر، DM ضریب متناظر با میزان جا به جایی بار در سطح قائم(اختلاف ارتفاع محل برداشتن بار و قرار دادن بار) بر حسب اینچ یا سانتی‌متر، AM ضریب متناظر با زاویه انحراف تنه از سطح ساجیتال بر حسب درجه، FM ضریب متناظر با متوسط تعداد دفعات بلند کردن بار در دقیقه و CM ضریب متناظر با کیفیت جفت شدن دست با بار می‌باشد.

برای تعیین شاخص بلندکردن بار از فرمول $LI=L(kg)/RWL(kg)$ که در آن L وزن بار بر حسب کیلوگرم و RWL وزن بار توصیه شده می باشد استفاده شد. پس از تعیین فراوانی اختلالات اسکلتی- عضلانی و انجام ارزیابی، نوبت به انتخاب و اجرای مداخله ارگونومیک مهندسی رسید که با توجه به بررسی‌های علمی انجام شده از نتایج به دست آمده و بررسی شرایط کاری و تجهیزات در حال استفاده و مصاحبه با کارگران مشخص شد که دلیل اصلی شیوع اختلالات اسکلتی- عضلانی در واحدهای سمباده زنی، لعاب زنی، کوره و بسته بندی استفاده از چرخ‌های حمل بار با طبقات ثابت غیر استاندارد می‌باشد. زیرا کارگران در طول روز حدود 300 تا 350 مرتبه عمل بلند کردن بار را از روی چرخ‌های حمل بار انجام می‌دادند و از نظر ارگونومیکی ارتفاع طبقات آنها نامناسب بود. در نتیجه مداخله ارگونومیک مهندسی انتخاب شده، طراحی یک چرخ حمل بار است که قابلیت جا به جایی عمودی بر اساس وزن وارده در طبقات را بدون مداخله کارگران دارد. ایدئولوژی طراحی بر اساس وزن بار وارده به فنرها می‌باشد. به این صورت که فنرها طوری طراحی گردیده‌اند که در

Archive of SID

www.SID.ir

زمان خالی بودن طبقات از بار، طبقه اول در ارتفاع استاندارد 105 سانتی‌متر قرار دارد و هنگامی که فرد 4 عدد محصول با وزن ثابت را بر روی طبقه اول قرار می‌دهد فنرها به میزان 40 سانتی‌متر جمع می‌شوند و چون که فاصله بین دو طبقه 40 سانتی‌متر می‌باشد در نتیجه طبقه دوم هم‌زمان با پایین رفتن طبقه اول(به میزان 40 سانتی‌متر) در همان ارتفاع استاندارد 105 سانتی‌متر(به صورت خودکار) قرار می‌گیرد و فرد در جابه‌جایی طبقات، مداخله‌ای ندارد. هنگامی که طبقه اول پر می‌باشد، طبقه دوم در ارتفاع استاندارد 105 سانتی‌متر قرار دارد و فرد می‌تواند 4 عدد محصول دیگر را بر روی طبقه دوم قرار دهد، به طوری که هیچ جابه‌جایی به سمت پایین صورت نمی‌گیرد و فنرها جمع نمی‌شوند زیرا داخل فنرها لوله‌هایی به کار رفته که از جمع شدن فنرها و بازی کردن فنرها به اطراف جلوگیری می‌کند. بعد از انجام طراحی چرخ حمل بار بلافاصله ارزیابی مجدد جهت تعیین اثر بخشی طراحی ارگونومیکی انجام گرفت. آنالیز آماری داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه 13 و توسط آزمون‌های آماری کای اسکوئر، آزمون تی مستقل و تی زوجی انجام گرفت.

یافته‌ها

بررسی ویژگی‌های دموگرافیک افراد مورد مطالعه، میانگین سنی 34/87 سال و میانگین سابقه کار 5/1 سال را نشان داد. هم‌چنین نتایج نشان داد که 10 درصد افراد مورد مطالعه بی سواد، 16/67 درصد آنها دارای سطح تحصیلات دبستان، 43/33 درصد راهنمایی، 16/67 درصد دبیرستان و 13/33 درصد دارای دیپلم می‌باشند. برخی دیگر از نتایج ویژگی‌های دموگرافیک شاغلین مورد بررسی در جدول 1 آورده شده است.

جدول 1. نتایج ویژگی‌های دموگرافیک افراد مورد مطالعه

متغییر دموگرافیکی	میانگین± انحراف معیار
سن (سال)	34/87± 8/44
وزن (کیلوگرم)	65/50± 10/35
قد (سانتی‌متر)	171/1±8/05
سابقه کار (سال)	5/10± 2/51
ساعت کار در روز	8/2± 1

همان‌گونه که در جدول 2 مشاهده می‌شود در یک سال اخیر و در یک هفته گذشته بیش‌ترین فراوانی ناراحتی‌های اسکلتی عضلانی مربوط به اندام کمر بوده است. شانه و زانو از دیگر اندام‌هایی هستند که پس از کمر بیش‌ترین فراوانی ناراحتی را در بین کارگران مورد مطالعه دارند. نتایج نشان داد که بین ویژگی‌های دموگرافیک و میزان ناراحتی‌های اسکلتی عضلانی در هیچ یک از اندام‌های مورد بررسی، ارتباط معنی‌داری وجود ندارد($p>0/05$).

جدول 2. توزیع فراوانی (درصد) ناراحتی اسکلتی- عضلانی طی یک سال گذشته و یک هفته اخیر(n=30)

اندام‌های بدن	اختلالات اسکلتی ـ عضلانی	
	در یک سال اخیر	در یک هفته اخیر
گردن	4 (13/3)	3 (10)
شانه	12 (40/1)	13 (43/3)
آرنج	4 (13/3)	3 (10)
دست/مچ دست	7 (13/3)	6 (20)
پشت	10 (33/3)	7 (23/3)
کمر	20 (66/7)	21 (70)
ران/باسن	5 (16/7)	6 (20)
زانو	12 (40)	13 (43/3)
پا و قوزک پا	8 (26/7)	7 (23/3)

Archive of SID
www.SID.ir

جدول 3 فراوانی و میانگین ویژگی‌های دموگرافیک را در بین دو گروه دارای کمر درد و بدون کمر درد نشان می‌دهد.

جدول 3. ویژگی‌های دموگرافیک افراد دارای کمر درد و بدون کمر درد

گروه ها	فراوانی	سن	وزن	قد	سابقه کار
دارای کمر درد	20	36	67/1	171/20	5/60
بدون کمر درد	10	34	64/7	171/05	4/85

جدول شماره 4 میزان RWL به دست آمده از معادله NIOSH و مقایسه آن با وزن بار بلند شده توسط افراد را در هر واحد کاری نشان می‌دهد، که در 100 درصد موارد، وزن بلند شده توسط کارگران هر واحد، از حد مجاز بیشتر بوده و اختلاف معنی‌داری بین وزن بلند شده و وزن مجاز در همه واحدها در محل مبدا(محل اولیه بلندکردن بار) مشاهده شد($p<0/001$).

جدول 4. نتایج مقایسه بین حد مجاز وزن بار و وزن بار موجود در هر واحد کاری

واحد	وزن بار بلند شده	RWL	p
سمباده زنی	15	3/60 (0/11)	<0/001
لعاب زنی	15	3/63 (0/17)	<0/001
کوره	15	3/57 (0/17)	<0/001
بسته بندی	15	2/88 (0/13)	<0/001

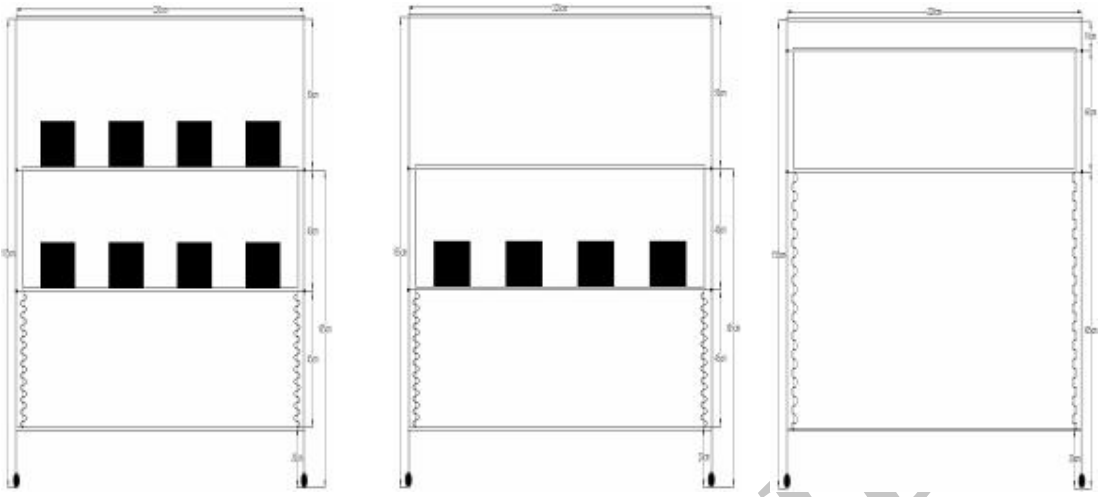
نتایج ارزیابی وظایف بلند کردن دستی بار به روش NIOSH در قبل از مداخله در جدول 5 ارائه شده است. نتایج ارزیابی در قبل از مداخله نشان داد که شاخص بلند کردن بار در محل مبدا(بلند کردن از روی چرخ‌های حمل بار با طبقات ثابت) در همه واحدها بیشتر از 3 می‌باشد (سطح خطر بالا). هم‌چنین نتایج ارزیابی روش NIOSH در محل مقصد که قرار دادن بار بر روی سکوی مخصوص کار می‌باشد نیز نشان داد که شاخص بلند کردن بار در همه واحدها بین 1 تا 3 می‌باشد (سطح خطر متوسط).

در شکل 1 تصویر چرخ طراحی شده حمل بار با قابلیت جا به جایی عمودی در طبقات(حالت خالی) به عنوان مداخله ارگونومیک مهندسی این پژوهش می‌باشد. شماتیک کلی چرخ طراحی شده همراه با جزئیات طول، عرض و ارتفاع به ترتیب در سه حالت خالی، نیمه پر و پر در شکل 2 به نمایش گذاشته شده است.

شکل 1. چرخ حمل بار طراحی شده دارای قابلیت جا به جایی عمودی در طبقات

Archive of SID

www.SID.ir



شکل 2. طرح چرخ حمل بار طراحی شده در سه حالت خالی، نیمه پر و پر به ترتیب از راست به چپ

اجرای مداخله ارگونومیک باعث ایمن سازی وظایف بلند کردن بار از نظر پوسچر بدنی در محل مبدا(محل بلند کردن بار از روی چرخ‌های حمل بار) گردید و نتایج ارزیابی روش NIOSH بعد از اجرای مداخله نشان داد که RWL در محل مبدا به طور معناداری در همه واحدها افزایش یافته است و هم‌چنین شاخص بلند کردن بار در محل مبدا در واحدهای سمباده زنی، لعاب زنی، کوره و بسته بندی از مقدار بیش از 3(سطح خطر بالا) به مقدار بین 1 تا 3(سطح خطر متوسط) کاهش یافته است و تاثیرات کمی نیز در میزان افزایش حد مجاز بار و کاهش شاخص بلند کردن بار در محل مقصد همه واحدها گذاشته است. هم‌چنین نتایج نشان داد که میانگین مقدار خطر روش NIOSH در قبل و بعد از مداخله اختلاف معناداری وجود دارد($p<0/001$). نتایج ارزیابی بعد از مداخله به روش NIOSH و مقایسه آن با نتایج قبل از مداخله در جدول 5 نشان داده شده است.

بحث

نتایج مطالعه نشان داد که به طور تدریجی میزان فراوانی ناراحتی‌های اسکلتی عضلانی در سه اندام کمر، شانه و زانو در حال افزایش می‌باشد که این مطلب دلالت بر تخریب تجمعی بافت‌های دستگاه اسکلتی عضلانی در طی ماه‌ها و سال‌ها مواجهه با عوامل استرس‌زای بیومکانیکی و روانی - اجتماعی در محیط کار دارد که این عوامل استرس زا در اثر عدم اصلاح شرایط نامناسب بلند کردن بار از نظر نوع تجهیزات و نحوه بلند کردن بار به وجود می‌آید(16). نتایج مطالعه احسان اله حبیبی و همکاران نشان داد که بیش‌ترین شیوع ناراحتی‌های اسکلتی - عضلانی کارگران درگیر با حمل دستی کالا در صنعت لبنیات مربوط به ناحیه کمر(86 درصد)، زانو(66 درصد) و شانه (44 درصد) می‌باشد که با نتایج مطالعه حاضر هم‌خوانی دارد(17). در مطالعه چوبینه و همکاران نیز بیش‌ترین شیوع ناراحتی‌های اسکلتی - عضلانی در بین کارگران حمل دستی بار کارخانه لاستیک سازی مربوط به کمر و زانو بوده است(18). نتایج رابطه بین ویژگی‌های دموگرافیک با ناراحتی‌های اسکلتی - عضلانی نشان داد که هیچ ارتباط معناداری بین آنها وجود ندارد و این یافته با یافته‌های مطالعات دیگر(19، 20) هم‌خوانی ندارد و دلیل این عدم معناداری را می‌توان کم بودن حجم نمونه در این مطالعه دانست.

نتایج پژوهش حاضر اختلاف معنی‌داری بین وزن بلند شده و وزن مجاز در همه واحدها نشان داد که این مطلب بیانگر این است که در تمامی واحدها، افراد باری بیش از وزن توصیه شده بلند می‌کنند و این با یافته‌های مطالعه چانگ و همکاران(3) و مطالعه ورمزیار و همکاران هم‌خوانی دارد(21).

Archive of SID

www.SID.ir

جدول 5. مقایسه نتایج ارزیابی فعالیت بلندکردن بار در هر واحد قبل و بعد از مداخله با روش NIOSH

زمان ارزیابی			قبل از مداخله				بعد از مداخله			
واحد	محل	نوع بار	حد وزنی توصیه شده	شاخص بلند کردن بار			حد وزنی توصیه شده	شاخص بلند کردن بار		
				LI≤1	3>LI>1	LI≥3		LI≤1	3>LI>1	LI≥3
سمباده زنی	مبدا	روشویی	3/7	-	-	4/05	10/7	-	1/40	-
		پایه روشویی	3/64	-	-	4/12	10/7	-	1/40	-
		کاسه توالت	3/45	-	-	4/34	10/7	-	1/40	-
	مقصد	روشویی	9/76	-	1/55	-	9/51	-	1/57	-
		پایه روشویی	8/36	-	1/79	-	9/56	-	1/56	-
		کاسه توالت	7/64	-	1/96	-	8/63	-	1/73	-
لعاب زنی	مبدا	روشویی	3/7	-	-	4/06	9/88	-	1/51	-
		پایه روشویی	3/8	-	-	3/95	9/88	-	1/51	-
		کاسه توالت	3/4	-	-	4/41	9/88	-	1/51	-
	مقصد	روشویی	7/64	-	1/96	-	8/71	-	1/72	-
		پایه روشویی	7/64	-	1/96	-	8/71	-	1/72	-
		کاسه توالت	7/64	-	1/96	-	8/71	-	1/72	-
کوره	مبدا	روشویی	3/63	-	-	4/13	9/67	-	1/55	-
		پایه روشویی	3/73	-	-	4/02	9/67	-	1/55	-
		کاسه توالت	3/34	-	-	4/48	9/67	-	1/55	-
	مقصد	روشویی	7/63	-	1/96	-	8/66	-	1/73	-
		پایه روشویی	7/63	-	1/96	-	8/66	-	1/73	-
		کاسه توالت	7/63	-	1/96	-	8/66	-	1/73	-
بسته بندی	مبدا	روشویی	2/93	-	-	5/11	8/12	-	1/84	-
		پایه روشویی	3/02	-	-	4/97	8/12	-	1/84	-
		کاسه توالت	2/7	-	-	5/55	8/12	-	1/84	-
	مقصد	روشویی	5/75	-	2/60	-	5/82	-	2/57	-
		پایه روشویی	5/43	-	2/76	-	5/49	-	2/73	-
		کاسه توالت	5/64	-	2/65	-	5/71	-	2/62	-

از نتایج LI به دست آمده از ارزیابی قبل از مداخله که نشان دهنده سطح خطر بالا(مقدار بیش از 3) در همه واحدها می‌باشد می‌توان نتیجه گرفت که میزان استرس‌های فیزیکی اعمال شده بر بدن در حین بلند کردن بار در همه واحدها زیاد می‌باشد و باید مطالعه وسیعی در زمینه تغییر شرایط و ارائه طرح‌های ارگونومیک انجام گیرد زیرا خطر آسیب کمری در محل برداشتن بار از روی چرخ‌های حمل بار با طبقات ثابت بسیار زیاد می‌باشد(22). نتایج مطالعه ورمزیار و همکاران نیز نشان داد که شاخص بلند کردن بار در تمام نقاط اندازه‌گیری شده بیش از یک می‌باشد که این یافته با نتایج مطالعه حاضر هم‌خوانی دارد(21). اجرای مداخله ارگونومیک باعث ایمن سازی وظایف بلند کردن بار گردید به طوری که ارتباط معناداری بین میانگین مقدار خطر روش NIOSH در قبل و بعد از مداخله مشاهده شد. نتایج مطالعه اسنوک نشان داد که یکی از راه‌های کاهش ناتوانی‌های کمر مرتبط با کار، طراحی مجدد محیط کار از لحاظ ارگونومیک می‌باشد(23). هس و همکاران تاثیر انواع ابزارهای بلند کردن و حمل تخته‌های

Archive of SID
www.SID.ir

چوبی روی کمر را بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که بلند کردن 2 نفری تخته‌های چوبی به وسیله دستگیره J (J-Handle) خطر کمر درد را کاهش می‌دهد و این مطلب بیانگر این می باشد که طراحی ارگونومیک ابزارهای بلند کردن و حمل دستی بار نقش به سزایی در کاهش خطرهای اسکلتی - عضلانی به خصوص کمر درد دارند(24).

تمرکز اصلی مطالعه حاضر و مطالعات ذکر شده بر روی مداخله ارگونومیک مهندسی در جهت ایمن سازی وظایف بلند کردن بار و تاثیر آن روی کاهش خطر ابتلا به اختلالات اسکلتی عضلانی به خصوص کمر دردهای ناشی از بلند کردن و حمل بار در آینده نزدیک می‌باشد که نتایج مطالعه حاضر با آنها هم‌خوانی دارد. به طوری که نتایج ارزیابی بعد از مداخله نشان داد که LI همه واحدها در محل مبدا(محل انجام مداخله) به طور چشم‌گیری از سطح خطر بالا(مقدار بیش از 3) به سطح خطر متوسط(مقدار بین 1 تا 3) کاهش یافته است و این مطلب بیانگر این است که میزان استرس‌های فیزیکی اعمال شده بر بدن در حین بلند کردن بار به میزان قابل توجهی کاهش یافته است.

علاوه بر مداخلات ارگونومیک مهندسی، مداخلات محیطی و مدیریتی نیز نقش قابل توجهی در کاهش میزان خطر ابتلا به اختلالات اسکلتی - عضلانی و آسیب‌های کمر درد دارند. از این رو در مطالعه حاضر علاوه بر انجام مداخله مهندسی، پیشنهاداتی در ارتباط با مداخلات محیطی از قبیل نصب تهویه موضعی و عمومی، هموارسازی سطح کف، افزایش میزان روشنایی محیط و مداخلات مدیریتی از قبیل آموزش و اعمال زمان کار - استراحت ارائه گردید. نتایج بعد از انجام برنامه‌های مداخله‌ای ارگونومیک(مهندسی، محیطی و مدیریتی) مطالعه پوزنتسرن و همکاران نشان داد که میانگین نمره ناراحتی‌های کلی بدن و ناراحتی‌های عضلانی کمر کاهش معناداری داشته است و میزان فراوانی آسیب‌ها 65/46 درصد، میزان شدت آسیب‌ها 41/02 درصد و هزینه‌های پزشکی 42/79 درصد کاهش یافته است و در بار عضلانی کمر نیز کاهش چشم‌گیری مشاهده شده است(25). نتایج مطالعه وربیک و همکاران نیز تاثیر پیش‌گیرانه آموزش را بر روی دردهای پشت ناشی از حمل دستی بار نشان داد(26). هدف نهایی از این مطالعه که ایمن سازی وظایف بلند کردن بار از لحاظ پوسچر بدنی بوده است که با انجام مداخله ارگونومیک در کارخانه به آن رسیده‌ایم اما می توان با انجام مداخلات مدیریتی و محیطی در کنار مداخلات مهندسی به سطح مطلوب‌تری از نظر کاهش میزان اختلالات اسکلتی عضلانی در آینده رسید. نبود پشتوانه مالی برای طراحی چرخ حمل بار هیدرولیک و یا پنوماتیک از محدودیت‌های این مطالعه بود.

نتیجه‌گیری

طراحی چرخ جدید با قابلیت جا به جایی دینامیکی عمودی به عنوان یک مداخله ارگونومیک مهندسی، سطح خطر بلند کردن بار را به طور معناداری کاهش داد و تاثیر قابل توجهی در ایمن سازی وظایف بلند کردن بار به همراه داشته است که در آینده نزدیک احتمال کاهش شیوع اختلالات اسکلتی - عضلانی به ویژه کاهش آسیب‌های کمر ناشی از بلند کردن بار وجود دارد.

تشکر و قدردانی

نویسندگان این مقاله بر خود لازم می‌دانند که از حمایت‌های مادی و معنوی دانشگاه علوم پزشکی همدان از طرح پژوهشی مصوب شماره 891014156817 و هم‌چنین از کلیه کسانی که ما را در انجام این تحقیق همراهی نمودند کمال تشکر و قدردانی را به عمل آورند.

منابع

1- Lin CJ, Wang SJ, Chen HJ. A field evaluation method for assessing whole body biomechanical joint stress in manual lifting tasks. Industrial Health. 2006;44(4):604-12.

2- 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_bookid=1787.

Archive of SID

www.SID.ir

postural activity and lower extremity discomfort: a review. International Journal of Industrial Ergonomics. 2010;40(3):247-56.
12- Boston JR, Rudy TE, Mercer SR, Kubinski JA. A measure of body movement coordination during repetitive dynamic lifting. Rehabilitation Engineering, IEEE Transactions on. 1993;1(3):137-44.
13- Buseck M, Schipplein O, Andersson G, Andriacchi T. Influence of dynamic factors and external loads on the moment at the lumbar spine in lifting. Spine. 1988;13(8):918-21.
14- Stephen B. A Guide to Manual materials Handling and Back Safety. NC Department of Labor Occupational Safety and Health Division. 2009.
15- Webster BS, Snook SH. The cost of 1989 workers' compensation low back pain claims. Spine. 1994;19(10):1111-5.
16- Choobineh A. Posture assessment methods in occupational ergonomics. 2nd ed. Tehran:Fan Avaran. 2008.[persian]
17- 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. Journal of Health System Research. 2010;4:649-57.[persian]
18- Choobineh A, Tabatabaei SH, Mokhtarzadeh A, Salehi M. Musculoskeletal problems among workers of an Iranian rubber factory. Journal of occupational health. 2007;49(5):418-23.
19- Burdorf A, Sorock G. Positive and negative evidence of risk factors for back disorders. Scandinavian journal of work, environment & health. 1997:243-56.
20- Lemasters G, Atterbury M, Booth-Jones A, Bhattacharya A, Ollila-Glenn N, Forrester C, et al. Prevalence of work related musculoskeletal disorders in active union carpenters. Occupational and environmental medicine. 1998;55(6):421-7.
21- Varmazyar S, Sayrafi HS, Nikpay A. Assessing the recommended weight limit
3- Chung MK, Kee D. Evaluation of lifting tasks frequently performed during fire brick manufacturing processes using NIOSH lifting equations. International Journal of Industrial Ergonomics. 2000;25(4):423-33.
4- Mital A, Ramakrishnan A. A comparison of literature-based design recommendations and experimental capability data for a complex manual materials handling activity. International Journal of Industrial Ergonomics. 1999;24(1):73-80.
5- Straker L. A critical appraisal of manual handling risk assessment literature: International Ergonomics Association Press; 1997.
6- Poorabas R, Shakoori SK, Hajidizaji R. Survey of prevalence and risk factors causes of musculoskeletal pains among dentists in Tabriz. Journal of Tabriz University of Medical Sciences. 2004;3:34-9. [Persian]
7- Tinubu BM, Mbada CE, Oyeyemi AL, Fabunmi AA. Work-related musculoskeletal disorders among nurses in Ibadan, South-west Nigeria: a cross-sectional survey. BMC Musculoskeletal disorders. 2010;11(1):12-3.
8- Punnett L, Wegman DH. Work-related musculoskeletal disorders: the epidemiologic evidence and the debate. Journal of Electromyography and Kinesiology. 2004;14(1):13-23.
9- Dempsey PG. Psychophysical Approach to Task Analysis. In: Marras WS, Karwowski W, editors. Fundamentals and assessment tools for occupational ergonomics. 2nd ed. London: Taylor & Francis.2006. p. 918-48.
10- Kuiper JI, Burdorf A, Verbeek JH, Frings-Dresen MH, van der Beek AJ, Viikari-Juntura ER. 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.
11- Reid CR, McCauley Bush P, Karwowski W, Durrani SK. Occupational

Archive of SID

www.SID.ir

in manual carrying of loads in packaging lines of a factory in Qazvin. JQUMS.15:78-85.[persian]
22- Sadeghi Naeini H. The Principles of Ergonomics in Materials Handling Systems. 1th ed. Tehran: Asana.2000.[persian]
23- Snook SH. Work-related low back pain: secondary intervention. Journal of Electromyography and Kinesiology. 2004;14(1):153-60.
24- Hess JA, Kincl LD, Davis K. The impact of drywall handling tools on the low back. Applied ergonomics. 2010;41(2):305-12.
25- Poosanthanasarn N, Lohachit C, Fungladda W, Sriboorapa S, Pulkate C. An ergonomics intervention program to prevent worker injuries in a metal autoparts factory. 2005;36(2):512-22.
26- Verbeek JH, Martimo KP, Karppinen J, Kuijer P, Viikari-Juntura E, Takala EP. Manual material handling advice and assistive devices for preventing and treating back pain in workers. Cochrane Database Syst Rev. 2011;6:1-55.

Archive of SID

www.SID.ir