

Original article

Comparison of Novel Ergonomic Postural Assessment and Rapid Upper Limb Assessment Methods for Evaluating the Posture of Employees in an Agricultural Equipment Manufacturing Company in 2017

Seyed Taghi Mirmohammadi¹
Hadi Mahmoodi Sharafe^{2*}
Seyed Nouraddin Mousavinasab³
Abdollahatif Raufinia⁴

- 1- Assistant Professor, Department of Occupational Health Engineering, School of Health, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran
- 2- MSC student of Occupational Health Engineering, Student Research Committee, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran
- 3- Associate Professor, Department of Biostatistics, School of Health, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran
- 4- BS of Occupational Health Engineering, School of Health, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran

*Corresponding author: Hadi Mahmoodi Sharafe, Student Research Committee, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran

Email: hadi_mahmoodi1992@yahoo.com

Received: 07 May 2019

Accepted: 08 June 2019

ABSTRACT

Introduction and purpose: The observational methods are the most common techniques for postural assessment. Afterwards, preventive interventions for musculoskeletal disorders are performed as the best strategy. Therefore, the most important point in the first phase is the selection of suitable assessment method. With this background in mind, this study was conducted to evaluate the correlation and agreement between the results of Novel Ergonomic Postural Assessment (NERPA) and Rapid Upper Limb Assessment (RULA) methods to determine the appropriate technique.

Methods: In the current study, 41 postures were investigated following the exclusion of similar postures. Photos of postures were prepared and assessed according to the instructions of NERPA and RULA methods by an assessor. The score of each organ and the final risk level of both methods for right and left sides were evaluated by the Wilcoxon method. Moreover, the results were compared using the Spearman correlation coefficient and the Kappa coefficient.

Results: Our findings indicated that higher scores for risk levels 1 and 2 were obtained by NERPA method, while the RULA score was higher for levels 3 and 4. It should be noted that the mentioned difference was significant for the right side. In terms of the scores of body organs, there was a significant difference in the wrist score. The results of analyses demonstrated that the correlation coefficient of NERPA and RULA methods for left and right sides was 0.605 and 0.697, respectively. Furthermore, the Kappa agreement coefficient was revealed as 0.206 and 0.401 for left and right sides, respectively.

Conclusion: According to the results of the present study, NERPA method identified the low risks better than RULA technique. As a result, considering the involvement of the freedom degree of body organs in neutral zone in NERPA method and the significant difference between the two techniques, NERPA application is recommended. On the other side, although the two methods did not have a good agreement, the results showed that they were correlated. Therefore, both methods can be used in industries similar to the current investigation.

Keywords: Musculoskeletal disorders, NERPA, Postural assessment, RULA

► **Citation:** Mirmohammadi ST, Mahmoodi Sharafe H, Mousavinasab SN, Raufinia A. Comparison of Novel Ergonomic Postural Assessment and Rapid Upper Limb Assessment Methods for Evaluating the Posture of Employees in an Agricultural Equipment Manufacturing Company in 2017. Journal of Health Research in Community. Spring 2019;5(1): 71-78.

مقاله پژوهشی

مقایسه نتایج روش‌های RULA و NERPA در ارزیابی پوسچر کارکنان یک شرکت تولید ادوات کشاورزی در سال ۱۳۹۶

چکیده

سید تقی میرمحمدی^۱هادی محمودی شرفه^{۲*}سید نورالدین موسوی نسب^۳عبداللطیف رئوفی نیا^۴

۱. استادیار، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران
۲. دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت حرفه‌ای، کمیته تحقیقات دانشجویی، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران
۳. دانشیار، گروه آمار زیستی، دانشکده بهداشت، علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران
۴. کارشناس مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران

* نویسنده مسئول: هادی محمودی شرفه، کمیته تحقیقات دانشجویی، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران

Email: hadi_mahmoodi1992@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۲/۱۷

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۳/۱۸

کلمات کلیدی: ارزیابی پوسچر، اختلالات اسکلتی-عضلانی، RULA، NERPA

مقدمه و هدف: روش‌های مشاهده‌ای، رایج‌ترین روش‌های ارزیابی پوسچر هستند که در پی آن‌ها بهترین استراتژی یعنی مداخله برای پیشگیری از اختلالات اسکلتی-عضلانی صورت می‌گیرد؛ از این رو مهم‌ترین نکته در فاز اول، انتخاب روش ارزیابی می‌باشد. در این راستا، مطالعه حاضر با هدف مقایسه نتایج دو روش (Novel Ergonomic Postural Assessment) NERPA و (Rapid Upper Limb) RULA (Assessment) به لحاظ تعیین روش مناسب، همبستگی و توافق بین آن‌ها انجام شد.

روش کار: در پژوهش حاضر ۴۱ پوسچر پس از حذف پوسچرهای مشابه بررسی گردیدند. به منظور انجام این مطالعه، از پوسچرها عکس تهیه شد و مطابق با دستورالعمل روش‌های RULA و NERPA، توسط یک ارزیاب ارزیابی گردیدند. نمره هر کدام از اندام‌ها و سطح ریسک نهایی هر دو روش برای سمت راست و چپ با استفاده از روش ویلکاکسون بررسی گردیدند و براساس آزمون همبستگی Spearman و ضریب توافق کاپا با یکدیگر مقایسه شدند.

یافته‌ها: NERPA امتیازات بیشتری را در سطح ریسک یک و دو به دست آورد؛ در حالی که امتیاز RULA برای سطح سه و چهار بیشتر بود. لازم به ذکر است که این اختلاف برای سمت راست معنادار بود. در امتیازات اعضای بدن نیز مچ اختلاف معناداری داشت. بر مبنای نتایج، میزان همبستگی سمت راست و چپ در روش‌های RULA و NERPA به ترتیب ۰/۶۰۵ و ۰/۶۹۷ بود. ضریب توافق کاپا نیز به ترتیب معادل ۰/۲۰۶ و ۰/۴۰۱ به دست آمد.

نتیجه‌گیری: بر مبنای نتایج، NERPA ریسک‌های پایین را بهتر شناسایی کرد. با توجه به دخیل نمودن درجه آزادی اعضای بدن در ناحیه خنثی در این روش و اختلاف معنادار آن با روش RULA، استفاده از آن توصیه می‌شود. از سوی دیگر، با وجود اینکه این دو روش توافق خوبی با یکدیگر نداشتند؛ اما از همبستگی خوبی بر مبنای نتایج برخوردار بودند، می‌توان هر دو روش را در صنایع مشابه به کار برد.

◀ **استناد:** میرمحمدی، سید تقی؛ محمودی شرفه، هادی؛ موسوی نسب، سید نورالدین؛ رئوفی نیا، عبداللطیف. مقایسه نتایج روش‌های RULA و NERPA در ارزیابی پوسچر کارکنان یک شرکت تولید ادوات کشاورزی در سال ۱۳۹۶. مجله تحقیقات سلامت در جامعه، بهار ۱۳۹۸؛ ۵(۱): ۷۸-۷۱.

مقدمه

اختلالات اسکلتی-عضلانی که نتیجه طراحی ضعیف ارگونومی می‌باشد، یکی از بزرگ‌ترین نگرانی‌ها و معضلات

است، توسعه یافت. در این روش علاوه بر پوسچر، نیرو و حرکات مربوطه نیز در نظر گرفته می‌شود. امتیاز نهایی این روش بین ۷-۱ است و هرچه امتیاز نهایی بیشتر باشد، سطح ریسک مربوطه نیز افزایش خواهد یافت [۹].

NERPA روش جدیدی می‌باشد که از اصلاح و توسعه روش RULA به دست آمده است و ساختار ارزیابی آن شبیه به RULA می‌باشد؛ اما محدودیت کمتری نسبت به آن دارد. در این روش تغییراتی در محدوده حرکت اندام‌ها ایجاد شده است و می‌توان احتمال خطای مشاهده‌ای زاویه‌ای را با وارد کردن در نرم‌افزار کم نمود. باید توجه داشت که این روش برای بهبود ارگونومی، مقرون به صرفه می‌باشد [۱].

ریسک فاکتورهای ایجادکننده اختلالات اسکلتی-عضلانی می‌بایست توسط روش‌های مناسب مورد ارزیابی قرار بگیرند تا بهترین استراتژی برای پیشگیری یعنی همان مداخله انجام شود [۱۰، ۷]. علاوه بر این با توجه به اینکه ویژگی مهم و کلیدی طراحی در فاز اول، انتخاب روش ارزیابی است، ابتدا ارزیاب باید از کاربردی بودن دقت و اعتبار روش اطلاع داشته باشد [۱]. با وجود اینکه مطالعاتی در زمینه مقایسه نتایج روش‌های ارزیابی پوسچر در کشور انجام شده است؛ اما تاکنون به بررسی روش NERPA و مقایسه آن با دیگر روش‌ها پرداخته نشده است [۱۱، ۸].

مطالعات انجام شده در سایر نقاط جهان نیز کمتر به این موضوع پرداخته‌اند. از آنجایی که شرکت تولید ادوات کشاورزی یکی از صنایعی است که دخالت مستقیم کارگر در فرایند تولید در آن اجتناب‌ناپذیر می‌باشد، فعالیت‌های جسمانی بالاتنه در این صنعت به وفور مشاهده می‌شود و پوسچرهای نامطلوب کاری در آن بسیار متداول می‌باشد. روش‌های مورد بحث در این مقاله، در صنعت مذکور کاربردی می‌باشند؛ از این رو انجام چنین پژوهشی در زمینه مقایسه دو روش NERPA و RULA در شرکت تولید ادوات کشاورزی در راستای ارزیابی پوسچر برای تعیین تکنیک مناسب و تعیین همبستگی، مهم و ضروری

در بخش‌های صنعتی به شمار می‌رود [۱]. بر پایه تحقیقات انجام شده، بر خلاف گسترش فزاینده فرایندهای مکانیزه و خودکار، اختلالات اسکلتی-عضلانی مرتبط با کار (WMSDs: Work-related Musculoskeletal Disorders) عمده‌ترین عامل ازدست‌رفتن زمان کار، افزایش هزینه‌ها و آسیب‌های انسانی نیروی کار به شمار می‌آیند و از جمله مهم‌ترین مسائلی هستند که ارگونومیست‌ها در سراسر جهان با آن مواجه می‌باشند [۳، ۲].

تحقیقات نشان داده‌اند که احساس درد و ناراحتی در قسمت‌های گوناگون دستگاه اسکلتی-عضلانی از مشکلات عمده در محیط کار می‌باشد؛ به طوری که علت اصلی غیبت‌ها را تشکیل می‌دهد [۳].

ریسک فاکتورهای گوناگونی در وقوع این آسیب‌ها نقش دارند که می‌توان آن‌ها را به ریسک فاکتورهای فیزیکی نظیر پوسچر نامناسب، بلندکردن و حمل بارهای سنگین و کارهای توأم با حرکات تکراری، روانی، سازمانی و فردی تقسیم نمود [۵، ۴].

از آنجایی که پوسچر نامناسب هنگام کار یکی از مهم‌ترین ریسک فاکتورهای اختلالات اسکلتی-عضلانی است، در بسیاری از شیوه‌های ارزیابی خطر ابتلا به اختلالات اسکلتی-عضلانی، آنالیز پوسچر به عنوان محور و مبنای ارزیابی در نظر گرفته می‌شود [۶].

روش‌های مشاهده‌ای ارزیابی مواجهه با ریسک فاکتورهای اختلالات اسکلتی-عضلانی به دلیل آسانی و کم‌هزینه بودن، رایج‌ترین روش‌های مورد استفاده در این زمینه هستند [۷].

روش‌های آنالیز پوسچر از روش‌های مؤثر به منظور ارزیابی فعالیت‌های کاری به لحاظ ارگونومی محسوب می‌شوند؛ بنابراین، پیش‌بینی احتمال بروز اختلالات اسکلتی-عضلانی با استفاده از این روش‌ها در کاهش آسیب‌ها مؤثر خواهد بود [۸].

روش RULA از جمله روش‌هایی است که در ارزیابی پوسچر، بسیار استفاده می‌شود. این روش به منظور ایجاد امکان اندازه‌گیری مشاهده‌ای ریسک‌های اسکلتی-عضلانی در رابطه با اندام‌های درگیر در انجام وظایف به صورت نشسته و بخش‌هایی که اختلالات اندام‌های فوقانی در آن‌ها شایع

به نظر می‌رسد تا بدین طریق، ارزیاب انتخاب بهتری داشته باشد و بتواند مداخلات بهتری را انجام دهد.

روش کار

مطالعه توصیفی- مقطعی حاضر در مورد یکی از شرکت‌های تولید ادوات کشاورزی در ارتباط با ۳۳ نفر از افرادی که بیشتر در مشاغل همچون جوشکاری، تراشکاری و مونتاژ (که موقعیت‌های نامطلوب بالاته در آن مشاغل زیاد مشاهده می‌شود) مشغول به فعالیت بودند، صورت گرفت. در این مطالعه برای ارزیابی پوسچر از روش‌های مشاهده‌ای RULA و NERPA که برای بسیاری از مشاغل آن شرکت کاربردی بودند، استفاده شد. ابتدا کل کارگران بررسی گردیدند. بدین صورت که پس از بازدید، مشاغل مختلف آنالیز شدند تا براساس وظایف و زیروظایف آن‌ها، پوسچر مورد ارزیابی مشخص شود. شایان ذکر است که مشاغل مشابه و نیز مشاغلی که نیاز به کار پویا و وظایف بلندکردن و حمل بار داشتند، کنار گذاشته شدند [۱۱]. براساس مشاهده مستقیم طی عکس‌برداری تعداد ۴۱ پوسچر با توجه به زیروظایف و اینکه به صورت مقطعی در وظایف و پوسچرهای مختلف قرار می‌گرفتند، انتخاب شده و ارزیابی گردیدند. امتیازدهی به هر اندام مطابق با دستورالعمل روش‌های ارزیابی صورت گرفت. در روش ارزیابی پوسچر به روش RULA که برای پوسچر کارگران در معرض تماس با ریسک فاکتورهای اسکلتی-

عضلانی اندام فوقانی ابداع شده است، امتیازدهی به دو گروه تقسیم می‌شود؛ گروه A: بازو، ساعد، مچ و چرخش مچ؛ گروه B: گردن، تنه و پاها که هر کدام با توجه به زاویه و دامنه حرکت نمره‌گذاری شدند. علاوه بر این، نیرو و وضعیت عضلات برای هر گروه محاسبه گردید و امتیازات در چهار گروه از ۱ تا ۷ طبقه‌بندی شدند. سپس، اظهار نظر نهایی انجام شد [۱۲]. از سوی دیگر، روش NERPA که روش توسعه یافته و اصلاح شده RULA است، ساختاری شبیه به آن دارد؛ اما دارای تغییراتی در نمره‌گذاری می‌باشد. در این روش در گام اول وضعیت فوقانی بازو، در گام دوم وضعیت تحتانی بازو، در گام سوم وضعیت مچ، در گام چهارم چرخش مچ و در گام‌های بعدی وضعیت ماهیچه و بار بررسی می‌گردد. گام‌های بعدی عبارت هستند از: وضعیت گردن، تنه و پاها که در مطالعه حاضر، در این مرحله وضعیت فعالیت ماهیچه‌ها و نیرو مورد بررسی قرار گرفت. سپس، امتیاز نهایی در چهار گروه از ۱ تا ۷ طبقه‌بندی شد و مطابق با آن اظهار نظر صورت گرفت [۱]. برای کاهش خطا، ارزیابی هر دو روش در یک مقطع زمانی و توسط یک نفر برای هر دو سمت چپ و راست انجام شد. شایان ذکر است که هر دو روش دارای چهار سطح ریسک به شرح جدول ۱ می‌باشند که پس از ارزیابی، داده‌ها وارد نرم‌افزار SPSS18 شدند و توسط آن آنالیز گردیدند. هر کدام از سطوح توسط آزمون ویلکاکسون بررسی شد و همبستگی آن‌ها توسط آزمون Pearson ارزیابی گردید. توافق بین آن‌ها نیز توسط ضریب توافق کاپا مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

جدول ۱: طبقه‌بندی امتیازات

روش ↓	سطح یک	سطح دو	سطح سه	سطح چهار
NERPA	۱-۲	۳-۴	۵-۶	۷
RULA	۱-۲	۳-۴	۵-۶	۷
سطح ریسک ←	کم	متوسط	زیاد	

یافته‌ها

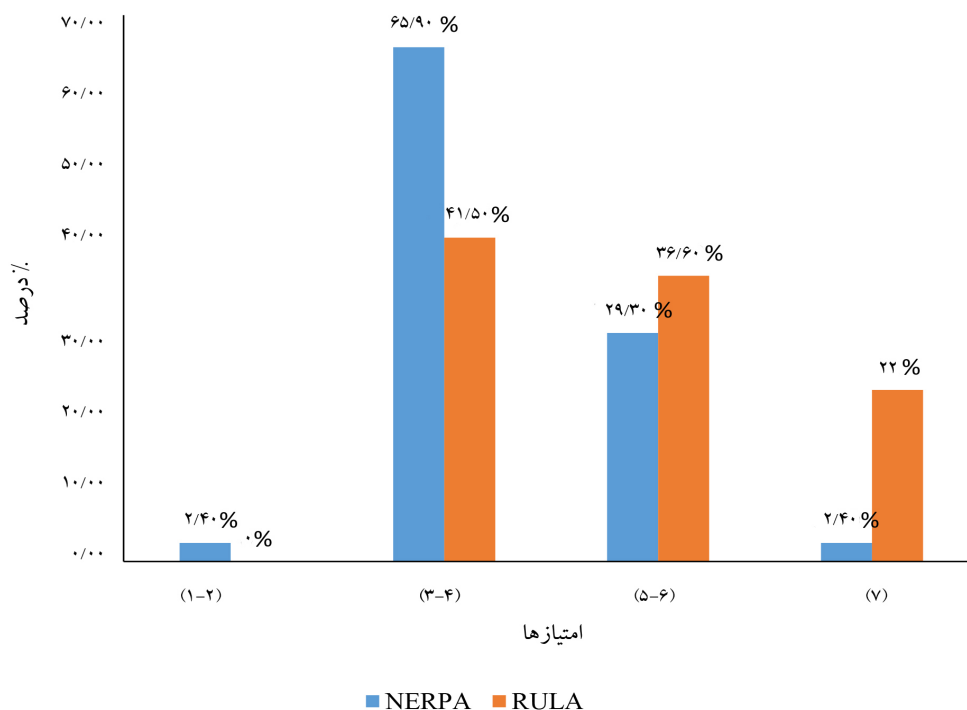
از روش RULA برای سمت راست عبارت بودند از: صفر درصد در سطح یک، ۴۱/۵ درصد در سطح دو، ۳۶/۶ درصد در سطح سه و ۲۲ درصد در سطح چهار (نمودار ۱). شایان ذکر است که این اختلاف برای سمت راست معنادار بود ($P=0/019$). در ارزیابی سمت چپ نیز نتایج روش NERPA بدین شرح بودند: ۷/۳ درصد برای سطح یک، ۶۱ درصد برای سطح دو، ۲۹/۳ درصد برای سطح سه و ۲/۴ درصد برای سطح چهار. این نتایج با استفاده از روش RULA در سطوح یک تا چهار به ترتیب عبارت بودند از: ۴۶/۳، ۴/۹، ۳۴/۱ و ۱۴/۶ بود (نمودار ۲). باید توجه داشت که این اختلاف از نظر آماری معنادار نبود ($P=0/192$). در امتیاز اعضای بدن نیز معج دست راست دارای اختلاف معناداری بود ($P=0/003$). همچنین امتیاز گروه A دست راست که شامل اندام بالایی می‌باشد نیز معنادار بود ($P=0/023$). نمودار ۳ سطوح ریسک در ارزیابی سمت راست بدن در روش‌های RULA و NERPA را نشان می‌دهد.

در صنعت ساخت ادوات کشاورزی از ۴۱ پوسچر مورد بررسی در ارتباط با ۳۳ نفر با ویژگی‌های دموگرافیک جدول ۲، با استفاده از دو روش NERPA و RULA برای هر دو سمت از نظر امتیاز نهایی، نتایج زیر استخراج گردید.

با استفاده از روش NERPA، ۲/۴ درصد از پوسچرها برای سمت راست در سطح یک، ۶۵/۹ درصد در سطح دو، ۲۹/۳ درصد در سطح سه و ۲/۴ درصد در سطح چهار قرار گرفتند. این نتایج با استفاده

جدول ۲: ویژگی‌های دموگرافیک

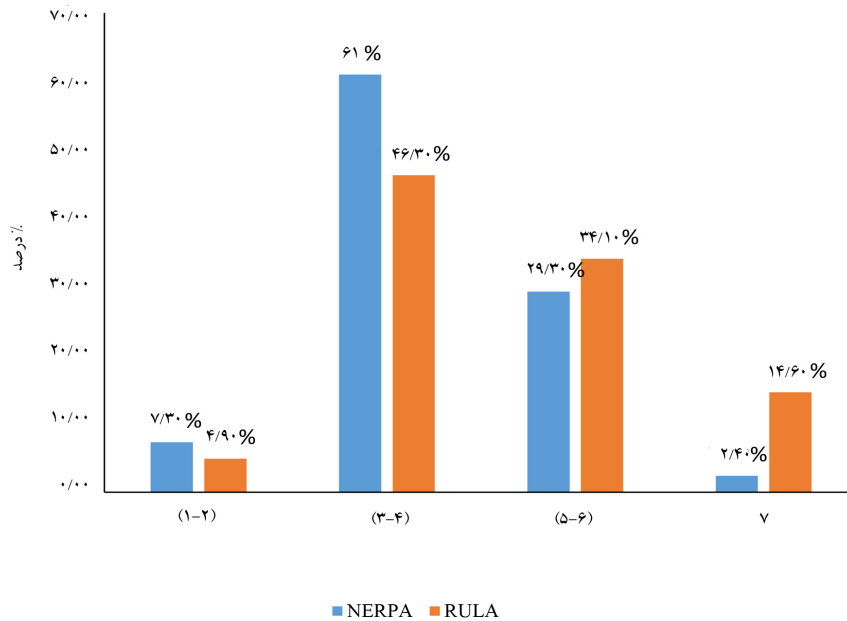
سن	۲۱-۴۳
جنس	مرد
سابقه	۱۹-۳ سال



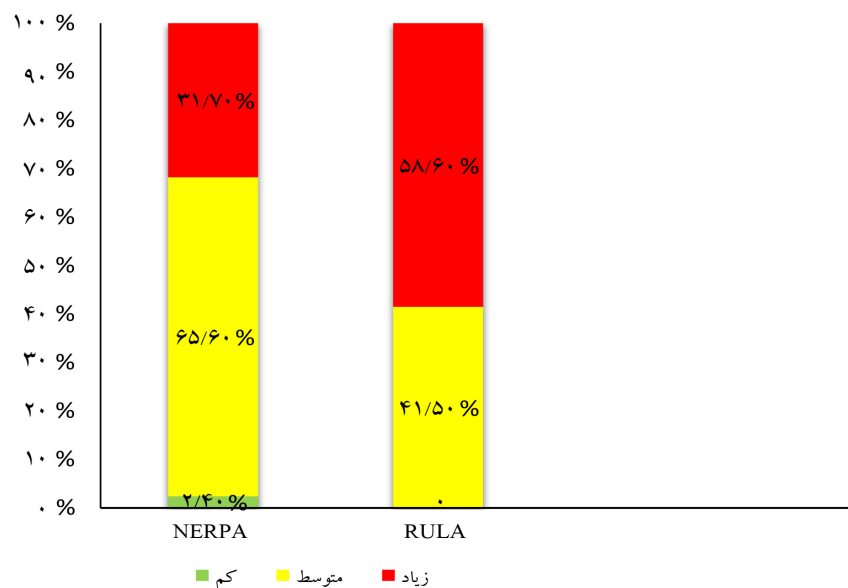
نمودار ۱: امتیازات نهایی دو روش NERPA و RULA برای دست راست

همبستگی خوبی برخوردار هستند. ضریب توافق کاپا نیز به ترتیب برای سمت راست و چپ برابر با ۰/۲۰۶ و ۰/۴۰۱ به دست آمد که نشان از توافق نامطلوب این دو روش داشت.

نتایج حاصل از آزمون همبستگی Spearson برای این دو روش نشان دادند که ضریب همبستگی برای سمت راست و سمت چپ به ترتیب معادل ۰/۶۰۵ و ۰/۶۹۷ می باشد؛ بنابراین از



نمودار ۲: امتیازات نهایی دو روش NERPA و RULA برای دست چپ



نمودار ۳: نمودار سطوح ریسک (سمت راست بدن) در روش های NERPA و RULA

بحث و نتیجه گیری

خنثی (طبیعی) مچ دست و فعالیت عضلات ساعد پرداختند و به این نتیجه رسیدند که منطقه خنثی برای کشش بین ۷-۵ درجه و برای انحراف زند زیرین بین ۷-۵ درجه می باشد و هنگامی که مچ دست در ناحیه طبیعی قرار می گیرد، نسبت به حالتی که انحراف دارد، دارای فعالیت عضلانی کمتری است [۱۴]. پس این مسئله که NREPA نسبت به RULA امتیاز کمتری به مچ اختصاص بدهد منطقی و درست به نظر می رسد؛ زیرا RULA زاویه را برای این دو متغیر معادل صفر درجه در نظر می گیرد (سطح بدون ریسک)؛ اما NERPA این میزان را به ترتیب معادل ۱۵ و ۱۰ درجه آزادی در منطقه خنثی در نظر می گیرد (سطح بدون ریسک) که نشان می دهد NERPA دقیق تر به بررسی این مسأله پرداخته است [۱۲، ۱]. هرچند ممکن است زوایای خنثی در برخی از اعضای بدن در آینده با مطالعات دقیق تر تغییراتی داشته باشند؛ اما مطالعات انجام شده و نتایج این مطالعه نشان دادند NERPA دقت بیشتری در شناسایی ریسک های پایین تر نسبت به RULA دارد. البته این دو روش همبستگی خوبی با یکدیگر داشتند که نشان می دهد می توان هر کدام از آنها را در چنین صناعی به جای هم نیز به کار برد؛ اما از نظر ضریب توافق کاپا توافق مطلوبی نداشتند. از سوی دیگر، هرچند امتیاز نهایی دو روش در ارزیابی سمت چپ دارای اختلاف معناداری نبود؛ اما در سمت راست اختلاف معناداری وجود داشت؛ بنابراین با توجه به حساسیت و دقت روش NERPA در ارزیابی ها بهتر است از این روش استفاده شود؛ زیرا به ارزیاب و طراح کمک می کند تا انتخاب، ارزیابی و به دنبال آن طراحی بهتری داشته باشد.

قدردانی

مطالعه حاضر با حمایت کمیته تحقیقات دانشجویی دانشگاه علوم پزشکی مازندران با شناسه مصوبه اخلاق IR.MAZUMS. REC1397.410 و کد پژوهشی S۱۲۸ انجام شده است.

مطالعه حاضر با هدف تعیین همبستگی و مقایسه نتایج روش های RULA و NERPA در بین کارگران شرکت تولید ادوات کشاورزی انجام شد. همان طور که در نمودارهای ۱ تا ۳ مشاهده می شود، در سطوح یک و دو، روش NERPA امتیازات بیشتری را نسبت به روش RULA به دست آورده است؛ اما در سطوح سه و چهار، RULA امتیازات بیشتری دارد. این امر نشان می دهد که NERPA ریسک های پایین را بهتر شناسایی می نماید. این مسأله به ویژه در بررسی سمت راست که RULA سطح یک را بدون ریسک شناسایی نکرد، نمایان بوده و با مطالعه Sanchez-Lite و همکاران همخوانی دارد. پژوهش آنها در ارتباط با فعالیت های مونتاژ دستی صورت گرفت و منجر به اصلاح و گسترش روش RULA و ابداع روش جدیدی به نام NERPA شد. پژوهشگران فوق بیان نمودند که RULA نمی تواند فعالیت بدون ریسک را تشخیص دهد؛ اما NERPA، ۱۶/۳ درصد از فعالیت ها را بدون صدمه (سطح یک) دانسته و حساسیت بیشتری دارد [۱]. لازم به ذکر است که مطالعه مذکور در ارتباط با یک سمت بدن (سطح مورد ریسک) انجام شد؛ اما در مطالعه حاضر با توجه به صنعت و نوع فعالیت، هر دو سمت راست و چپ بدن مورد بررسی قرار گرفت. در بررسی اعضای بدن، مچ دست راست از نظر امتیاز نهایی در دو روش دارای اختلاف معناداری بود (در روش NERPA نسبت به روش RULA امتیاز پایین تری به مچ تعلق گرفت) و با نتایج مطالعه Looker و همکاران همخوانی داشت. این مطالعه در شرکت مایکروسافت با استفاده از سه روش NERPA، RULA و REBA انجام شد و گزارش گردید که دو روش NERPA و RULA دارای امتیازات مشابهی هستند؛ به غیر از مچ که روش NERPA امتیاز کمتری را به آن اختصاص داد [۱۳]. در این راستا، Fagarasanu و همکاران به اندازه گیری زاویه ای منطقه

References

1. Sanchez-Lite A, Garcia M, Domingo R, Sebastian MA. Novel ergonomic postural assessment method (NERPA) using product-process computer aided engineering for ergonomic workplace design. *PloS One* 2013; 8(8):e72703.
2. Mattila MA, Vilkkki M. OWAS methods. *The occupational ergonomics handbook*. Florida: CRC Press; 1999. P. 447-59.
3. Vanwonderghem K. Work-related musculoskeletal problems: some ergonomic considerations. *J Hum Ergol* 1996; 25(1):5-13.
4. Bernard BP, Putz-Anderson V. *Musculoskeletal disorders and workplace factors; a critical review of epidemiologic evidence for work-related musculoskeletal disorders of the neck, upper extremity, and low back*. Washington, D.C: United States Department of Health and Human Services; 1997.
5. Kee D, Karwowski W. LUBA: an assessment technique for postural loading on the upper body based on joint motion discomfort and maximum holding time. *Appl Ergon* 2001; 32(4):357-66.
6. Ghanbary-Sartang A, Habibi H. Evaluation of musculoskeletal disorders to method Rapid Office Strain Assessment (ROSA) in computers users. *J Prev Med* 2015; 2(1):47-54.
7. David GC. Ergonomic methods for assessing exposure to risk factors for work-related musculoskeletal disorders. *Occup Med* 2005; 55(3):190-9.
8. Salimi S, Hasheminejad N, Kangavari M, Kian MP, Mohammadpour H. Comparison of the results of three observational methods of assessment of musculoskeletal disorders: a case study in the steel industry. *Qom Univ Med Sci J* 2016; 10(3):81-7 (Persian).
9. Brown R, Li G. The development of action levels for the "Quick Exposure Check "(QEC) system. *Contemporary Ergon* 2003; 1:41-6.
10. Silverstein B, Clark R. Interventions to reduce work-related musculoskeletal disorders. *J Electromyogr Kinesiol* 2004; 14(1):135-52.
11. Nasl Saraji J, Ghaffari M, Shahtaheri SJ. Survey of correlation between two evaluation method of work related musculoskeletal disorders risk factors REBA & RULA. *Iran Occup Health* 2006; 3(2):5-10.
12. McAtamney L, Corlett EN. RULA: a survey method for the investigation of work-related upper limb disorders. *Appl Ergon* 1993; 24(2):91-9.
13. Looker J, Garvey T. Assessing the ergonomics of the microsoft™ hololens™ 3d gesture known as the "Air Tap". *Int Design Congr* 2015; 10(10):17-23.
14. Fagarasanu M, Kumar S, Narayan Y. Measurement of angular wrist neutral zone and forearm muscle activity. *Clin Biom* 2004; 19(7):671-7.