مجله مهندسی بهداشت حرفه‌ای
مقاله پژوهشی
دوره ۲، شماره ۴، زمستان ۹۴

تأثیر یک ایستگاه کاری قالی‌بافی بر خستگی عضله ذوزنقه‌ای

ندا مهدوی [۱]، مجید معتمدزاده [۲،*]، عباس مقیم‌بیگی [۳]، علی‌اشرف جمشیدی [۴]، رشید حیدری مقدم [۵]

[۱] کارشناس ارشد ارگونومی، دانشکده بهداشت، گروه ارگونومی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات درمانی همدان، همدان، ایران
[۲] استاد بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، گروه ارگونومی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات درمانی همدان، همدان، ایران
[۳] دانشیار آمار زیستی، دانشکده بهداشت، گروه آمار و اپیدمیولوژی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات درمانی همدان، همدان، ایران
[۴] دانشیار فیزیوتراپی، دانشکده فیزیوتراپی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات درمانی ایران، تهران، ایران
[۵] استادیار فیزیولوژی ورزش، دانشکده بهداشت، گروه ارگونومی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات درمانی همدان، همدان، ایران

* **نویسنده مسئول:** مجید معتمدزاده، استاد بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، گروه ارگونومی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات درمانی همدان، همدان، ایران. ایمیل: motamedzade@yahoo.com

DOI: 10.21859/johe-02044

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۴/۹/۲۳
تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۵/۲/۱۰

واژگان کلیدی:
خستگی عضلانی
ارگونومی
الکترومایوگرافی سطحی

تمامی حقوق نشر برای دانشگاه علوم پزشکی همدان محفوظ است.

چکیده

مقدمه: خستگی ناحیه شانه از مهمترین فاکتورهای آغازگر اختلالات اسکلتی-عضلانی (Musculoskeletal Disorders: MSDs) در اندام فوقانی است و در بین قالی‌بافان، شایع‌ترین MSDها در این ناحیه به وقوع می‌پیوندد. هدف از این مطالعه یافتن تأثیر قالی‌بافی در ایستگاه کاری پیشنهادی بر خستگی عضله ذوزنقه‌ای فوقانی (Upper Trapezius: UTr) طی یک چرخه وظایف شغلی است.

روش کار: در این مطالعه مقطعی ۹ زن و ۳ مرد مشارکت داشتند. طی ۸۰ دقیقه قالی‌بافی در یک چرخه از وظایف قالی‌بافی، امواج الکترومایوگرافی (Electromyography: EMG) عضله UTr راست و چپ به طور پیوسته ثبت شد. پس از پردازش امواج، پارامترهای RMS و MPF به عنوان پارامترهای دامنه و طیف فرکانس امواج تعیین گردیدند. برای آنالیز آماری از روش مدل سری‌های زمانی استفاده و نتایج در دسته‌بندی‌های نمودار جاسا قرار گرفتند.

یافته‌ها: بر اساس روش جاسا در UTr راست، درصد افرادی که خستگی عضلانی، افزایش تولید نیرو، کاهش تولید نیرو و بازیابی را تجربه کرده بودند، به ترتیب برابر با ۵۸%، ۱۶%، ۸% و ۸% بودند. همچنین نقطه جاسا برای یک شرکت‌کننده بر روی محور x واقع شد. به همین ترتیب ۵۰%، ۲۵%، ۸% و ۱۶% قالی‌بافان در UTr چپ خود خستگی عضلانی، افزایش تولید نیرو، کاهش تولید نیرو و بازیابی را تجربه کرده بودند.

نتیجه‌گیری: به طور خلاصه یافته‌های این مطالعه نشان داد بیشتر قالی‌بافان در ایستگاه کاری پیشنهادی، خستگی عضلانی را در عضله UTr تجربه کردند. اهمیت کاربردی این نتایج در طراحی بهینه و ارگونومیک ایستگاه‌های کاری قالی‌بافی مورد توجه می‌باشد. مطالعات آینده، باید بر دیگر عضلات و در بازه‌های زمانی بزرگ‌تر تمرکز کنند.

مقدمه

بر اساس تعریف اداره آمار کار آمریکا در سال ۲۰۰۳، اختلالات اسکلتی-عضلانی (Musculoskeletal Disorders MSDs) به اختلالات ایجاد شده در عضلات، تاندون‌ها، مفاصل، دیسک‌های بین‌مهره‌ای، اعصاب و عروق محیطی گفته می‌شود که به صورت تدریجی و با گذشت زمان در فرد ایجاد می‌شود [۱]. به عبارت دیگر آسیب‌ها و اختلالاتی که مستقیماً ناشی از رویدادهای حاد و آنی هستند در دسته اختلالات اسکلتی-عضلانی قرار نمی‌گیرند [۱]. نکته قابل تأمل آن که بر اساس گزارشات اداره آمار کار در سال ۲۰۱۱، حدود ۳۳% اختلالات و آسیب‌های شغلی را MSDs تشکیل داده بودند و از این میزان ۱۳% در ناحیه شانه به وقوع پیوسته است [۱].

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-11-18]
[DOI: 10.21859/johe-02044]

صنعت قالی‌بافی سنتی صنعتی است که نقشی حیاتی و حائز اهمیت در اقتصاد چندین کشور آسیایی دارد. در بین قالی‌باقان ایرانی شیوع MSD ها به خصوص در ناحیه شانه بسیار بالا بوده و این ناحیه در بین سایر نواحی بدن بالاترین درصد شیوع را به خود اختصاص داده است [۲, ۳]. از بین ریسک فاکتورهای ارگونومیک موجود در شغل قالی‌بافی، می‌توان به پوسچرهای نامناسب، وظایف تکراری - یکنواخت، بازه‌های کاری طولانی‌مدت، استراحت ناکافی و خستگی اشاره نمود [۲]. شواهد اپیدمویولوژیک نشان داده است رابطه معناداری بین پوسچر کاری ضعیف و اختلالات ناحیه شانه در بین قالی‌بافان وجود دارد. به نظر می‌رسد خستگی در گردن و شانه نیز از مهمترین ریسک فاکتورها در ایجاد و گسترش MSD های شانه و گردن باشد [۴].

از دیدگاه ارگونومی جسمانی (physical ergonomics)، خستگی به صورت "ظرفیت کاهش یافته عضله یا گروهی از عضلات در تولید انرژی بعد از پایان دوره‌ای از کار"، تعریف می‌شود [۵]. بسیاری از مطالعات نشان داده‌اند بین خستگی عضلانی ناشی از کار و MSD های اندام فوقانی روابط معناداری وجود دارد [۶-۸]. هنگامی‌که پوسچرهای ایستا (static posture) با کار طولانی‌مدت مصادف شود شاهد افزایش شکایات ناشی از خستگی در بین قالی‌بافان خواهیم بود. خستگی عضلانی را می‌توان به عنوان یک نشانگر زیستی (biomarker) برای بررسی مواجهه تجمعی اندام با حرکات تکراری در نظر گرفت [۸, ۹].

امروزه روش‌ها و ابزارهای مختلفی برای بررسی خستگی عضلانی به‌کار گرفته می‌شود [۱۰]. الکترومایوگرافی یا ثبت و بررسی امواج الکتریکی نشأت گرفته از عضلات، ابزاری معتبر جهت ارزیابی مواجهه عضلات با بار کاری فیزیکی در محیط‌های کاری مختلف است [۱۱]. پارامترهای پرکاربرد در بررسی‌های EMG، پارامتر مربع میانگین ریشه (Root Mean Square: RMS) یا فعالیت الکتریکی (Electrical activity: EA) عضلات به عنوان پارامترهای دامنه و پارامتر فرکانس میانه (Median Frequency: MF) یا فرکانس میانگین (Mean Power Frequency: MPF) به عنوان پارامتر طیف فرکانس است [۱۲]. روند افزایشی دامنه و کاهشی طیف فرکانس، از نشانه‌های ایجاد خستگی در عضله موردنظر است [۱۳]. مطالعات الکترومایوگرافی در زمینه بررسی خستگی عضلانی به سه روش مختلف انجام می‌شوند [۵]:

الف) با استفاده از انقباض‌های آزمایشی (test contraction) که تحت شرایط کنترل شده از نظر میزان نیرو، پوسچر و بازه زمانی. در این روش از انقباضات بیشینه اختیاری (Maximum Voluntary Contraction: MVC) به عنوان انقباض‌های آزمایشی استفاده شده و پارامترهای مورد نظر EMG در قالب این انقباضات با یکدیگر مقایسه می‌گردند. از ویژگی‌های روش انقباض آزمایشی این است که کنترل دقیق پوسچر در این روش بسیار ضروری است. برای اتخاذ پوسچر موردنظر، قطع فرآیند کاری در این روش غیر قابل اجتناب بوده [۱۴]، و در بیشتر اوقات بررسی‌های مبتنی بر این روش نمی‌توانند منعکس کننده فشارهای واقعی ناشی از کار بر فرد باشند [۱۵].

ب) مقایسه پارامترهای EMG در فعالیت‌های مرجع (reference activities) حین انجام وظایف کاری. در این روش بدون ایجاد تداخل در کار، بارهای بیومکانیکی عضلات هدف در فعالیت‌های مرجع حین بازه کاری، مورد مقایسه قرار می‌گیرند [۱۶].

ج) تجزیه و تحلیل مشترک طیف و دامنه Joint EMG) (Analysis of EMG Spectrum and Amplitude: JASA. در این روش بررسی پارامترهای EMG، بدون در نظر گرفتن فعالیت یا پوسچرهای مشابه، تغییرات دامنه و طیف فرکانس را به طور همزمان حین انجام کار مورد توجه قرار می‌دهد [۵, ۱۶]. از مهمترین مزایای روش JASA بررسی عضلات در شرایط واقعی کاری، بدون ایجاد تداخل یا وقفه در روند اجرای وظایف است.

روند افزایش در دامنه EMG و کاهش در طیف فرکانس EMG، در بسیاری از مطالعات مورد استفاده قرار گرفته است [۱۷-۲۰]، اما در بیشتر این مطالعات عکس‌العمل عضلات در شرایط کنترل شده آزمایشگاهی مورد توجه بوده‌اند. علم ارگونومی، به نیرو و خستگی عضلانی حین انجام وظایف و به صورت پویا (dynamic) و واقعی علاقه‌مند است [۵, ۱۸, ۲۱]. در یک محیط کاری واقعی، تغییر ویژگی‌های EMG می‌تواند به تغییراتی در راستای خستگی عضلاتی یا گسترش نیرو منجر شود. بنابراین نیازهای شغلی، تأثیرات قابل توجهی بر پارامترهای EMG دارند. برای مثال افزایش دامنه امواج EMG هم در شرایط خستگی عضلانی و هم در شرایط افزایش تولید نیروی عضلانی مشاهده می‌شود. روش JASA با بررسی همزمان تغییرات دامنه و طیف فرکانس، بین ویژگی‌های ناشی از تغییرات نیرو یا خستگی در عضله افتراق ایجاد می‌کند. وظایف قالی‌بافی وظایفی ساده، بسیار تکراری، پر سرعت و یکنواخت هستند. با وجود این‌که نیازهای انرژیک وظایف

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-11-18]

[DOI: 10.21859/johe-02044]

این شغل اغلب بسیار کم است، اما استرس موضعی زیادی بر ساختار اسکلتی-عضلانی اندام فوقانی وارد می‌کنند. به نظر می‌رسد تمرکز بر وظایف تکرای و خستگی شغلی که هر دو از ریسک فاکتورهای MSD ها هستند، به ارتقای سطح سلامت و بهبود کیفیت زندگی قالی‌بافان از یک سو و گسترش کیفی و کمی صنعت قالی‌بافی از سویی دیگر می‌گردد. این مطالعه از اولین مطالعاتی است که با استفاده از EMG سطحی، بر خستگی عضلانی در بین قالی‌بافان تمرکز دارد و بینش قوی در مورد ریسک فاکتورهای دخیل در MSD ها حاصل می‌کند. در بسیاری از مطالعاتی که قبلاً به شغل قالی‌بافی پرداخته‌اند، روش‌های ذهنی مورد توجه بوده و کمبود مطالعات عینی با روش‌هایی پویا و معتبر به وضوح احساس می‌شود. این مطالعه از رویکردی پیشرفته و عینی برای درک بیشتر و عمیق‌تر جنبه‌های سلامتی قالی‌بافان استفاده کرده است و بر آن است تا تأثیر یکی از ایستگاه‌های کاری پیشنهادی قالی‌بافی [۲] بر خستگی عضله ذوزنقه‌ای فوقانی (Upper Trapezius: UTr) را با EMG مورد بررسی قرار دهد.

روش‌کار

شرکت‌کنندگان

در این مطالعه مقطعی، ۱۲ قالی‌باف شامل ۹ زن و ۳ مرد مشارکت داشتند. این مطالعه در آزمایشگاه ارگونومی دانشگاه علوم پزشکی همدان در بهمن ماه سال ۹۰ پیاده‌سازی شد. ویژگی شرکت‌کنندگان در این مطالعه در جدول ۱، نشان داده شده است. قالی‌بافانی که سابقه MSD یا درد در ناحیه شانه نداشته و همگی راست-دست بودند وارد فرآیندهای مطالعه شدند. پس از بررسی شاخص‌های ورود به مطالعه در افراد و انتخاب آن‌ها، پروتکل مطالعه و آگاهی‌های مورد نیاز برای ۱۲ قالی‌بافِ منتخب، تشریح و از آنان خواسته شد در صورت موافقت، فرم رضایت کتبی شرکت در مطالعه را امضا کنند. این مطالعه توسط هیئت منطقه‌ای بررسی مطالعات انسانی، با شماره 16/D/P/35/9/1028، معاونت تحقیقات و فن‌آوری دانشگاه علوم پزشکی و خدمات درمانی همدان با شماره ۹۱۰۳۱۶۱۱۶۳ و پایگاه کارآزمایی بالینی ایران (IRCT) به شماره IRCT2012062510111N1 مورد تأیید و تصویب قرار گرفته است.

در مرحله بعد شرکت‌کنندگان به وسایل و متعلقات EMG تجهیز شده و دو الکترود سطحی بر روی ذوزنقه‌ای راست و چپ آن‌ها نصب شد. بعد از نصب الکترودها، فرآیند کالیبراسیون تجهیزات صورت گرفت. سپس برای ثبت مقادیر نرمال از تست انقباضی استاندارد، بر اساس پیشنهادات Suurküla and Hägg استفاده گردید [۲۲]. بعد از فرآیندهای اولیه، از شرکت‌کنندگان خواسته شد تا بر روی ایستگاه کاری مورد بحث، وظایف روتین قالی‌بافی را آغاز نمایند. داده‌های EMG حین یک چرخه وظیفه‌ای ۸۰ دقیقه‌ای جمع‌آوری گردید. لازم به ذکر است شدت بار وارد شده بر عضلات ذوزنقه‌ای در شغل قالی‌بافی در حدود ۱۰% انقباض بیشینه اختیاری تخمین زده شد.

وظایف، زیروظایف و پوسچرهای کاری

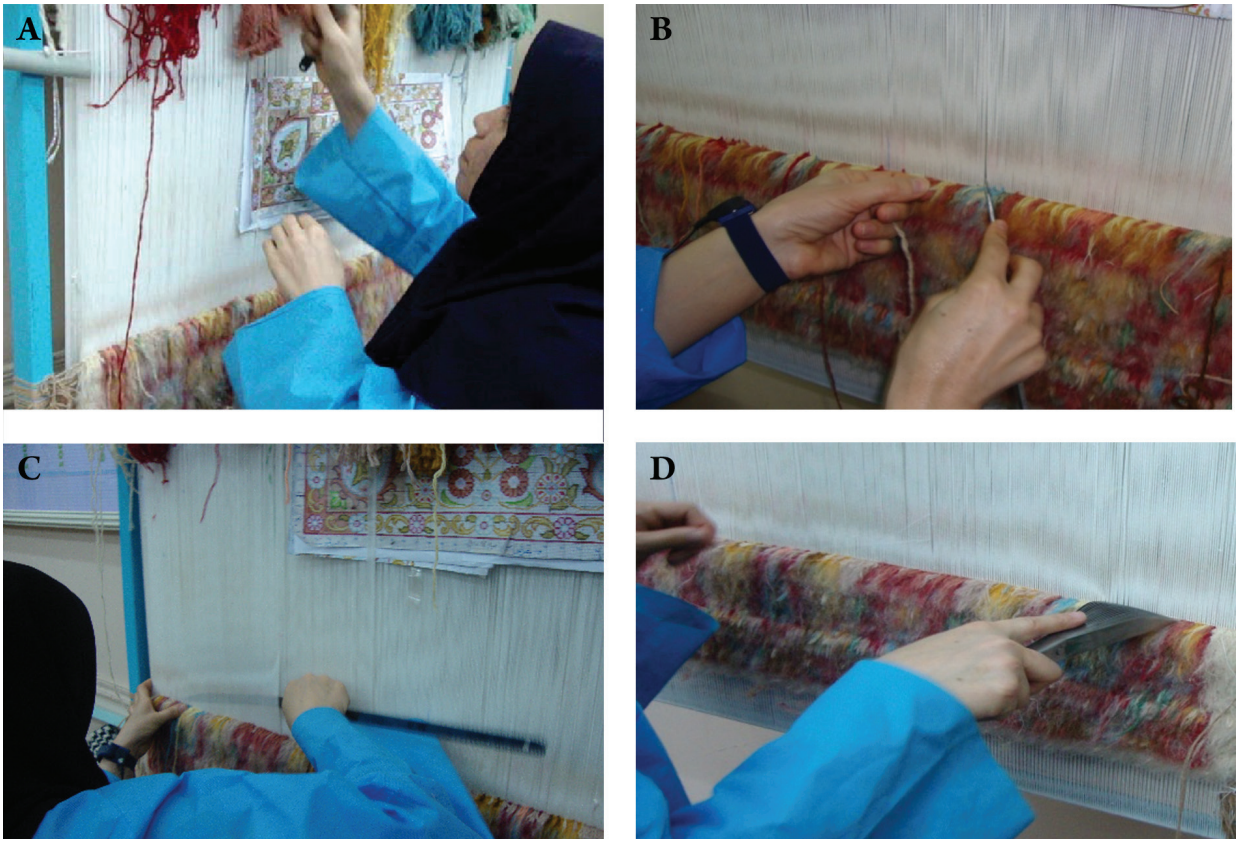
بر اساس آنالیز شغلی که در این مطالعه انجام گرفت، می‌توان تکمیل و بافت هر ردیف از قالی را به عنوان یک وظیفه تعریف نمود. هر قالی‌باف به طور معمول می‌تواند هفت بار این وظیفه را در طی یک شیفت ۸ ساعته به اتمام برساند. هر وظیفه قالی‌بافی به ترتیب از چهار زیر وظیفه به ترتیب زیر تشکیل شده است: برداشتن خامه از بالای سر، گره‌زنی، پود زنی و دفه‌زنی (تصویر ۱) که وظایفی بسیار تکراری و با شدت پایینی هستند. نتایج آنالیز شغلی در طول یک چرخه نشان داد دو زیر وظیفه برداشتن خامه و گره‌زنی که ۸۵%-۸۰ زمان کار به آن‌ها اختصاص دارد، با توجه نقشه فرش توالی نامنظمی دارند. پس از تکمیل بافت یک ردیف، نوبت به زیر وظیفه پود زنی و در نهایت زیر وظیفه دفه‌زنی می‌رسد (برای افزودن بر استحکام و یکپارچگی بافت). دو وظیفه دفه‌زنی و پود زنی در حدود ۱۵% از زمان یک چرخه وظایف قالی‌بافی را به خود اختصاص می‌دهند.

جدول ۱. میانگین (انحراف معیار) مشخصات قالی‌بافان

متغیرها	مردان (n = ۳)	زنان (n = ۹)
سن (سال)	۳۱ (۵/۵۶)	۲۸/۶۲ (۵/۲)
قد (سانتی‌متر)	۱۷۴/۶۶ (۸/۳)	۱۶۰/۶۲ (۵/۷۵)
وزن (کیلوگرم)	۸۴/۳۳ (۰/۲۳)	۵۸/۱۲ (۸/۴۴)
ارتفاع شانه (سانتی‌متر)	۴۴/۶۶ (۰/۵۷)	۵۰/۳۷ (۱/۰۷)
سابقه کاری (سال)	۱۶/۳۳ (۱۰/۵۲)	۷ (۶)

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-11-18]

[DOI: 10.21859/johe-02044]



تصویر ۱: زیر وظایف شغلی قالی‌بافی

بـر اسـاس مطالعـه چوبینـه و همـکاران در سـال ۲۰۰۴ بهتریـن ایسـتگاه کاری بـرای قالی‌بافـی (تصویـر ۲)، بـه شـرح زیـر اسـت [۲, ۲۳]:

- اسـتفاده از یـک دار عمـودی بـا سـطح کار قابـل تنظیـم، بـه صورتی‌کـه سـطح بافـت ۲۰ سـانتی‌متر بالاتـر از ارتفـاع آرنـج قـرار گیـرد.
- اسـتفاده از یـک صندلـی بـا شـیب ۱۰ درجـه بـه جلـو و ارتفـاع نشـیمنگاه قابـل تنظیـم، بـه صورتی‌کـه ارتفـاع قسـمت عقـب نشـیمنگاه ۱۵ سـانتی‌متر بالاتـر از ارتفـاع رکبـی باشـد.
- در نظـر گرفتـن فضـای کافـی در زیـرِ دار، بـرای اسـتقرار مناسـب و راحـت زانوهـا.

قالی‌بافـان در تمـام دوره کاری در پوسـچری نشسـته و ایسـتا (static) قـرار دارنـد، تنـه کمـی بـه جلـو خـم شـده، گـردن بـه جلـو متمایـل اسـت و شـانه‌ها نیـز بـه جلـو چرخیـده و اصطلاحاً پوسـچر FHPRS (Forward Head Posture with Rounded Shoulders) در فـرد اتخـاذ شـده اسـت. در غالـب زمان‌هـای قالی‌بافـی، بازوهـا در نزدیکـی تنـه قـرار داشـته و دور شـدن و نزدیـک شـدن بازوهـا گاهـی مشـاهده می‌شـود. بـا ایـن وجـود در محـدوده وسـیعی از زمـان قالی‌بافـی شـانه‌ها بی‌تحـرک بـوده و پوسـچری ایسـتا دارنـد. در چنیـن شـرایطی عضـلات بالابرنـده نقـش بسـیار چشـم‌گیری بـر حفـظ پوسـچر شـانه دارنـد. میانگیـن زوایـای پوسـچری افـراد حیـن قالی‌بافـی در جـدول ۲ خلاصـه شـده اسـت.

جدول ۲. زوایای پوسچری قالی‌باف در حال زیر وظیفه گره‌زنی

متغیرهای پوسچری	زاویه (°)
شیب رو به جلوی تنه	۱۸-۱۶
خمش آرنج	۸۵-۱۰۰
خمش شانه	۴۵-۵۰
دور شدن شانه	۰-۱۵
خمش مچ	۲-۱۰

ثبت امواج EMG

عضـلات متعـددی در ناحیـه کمربنـد شـانه‌ای قـرار گرفته‌انـد، امـا در ایـن مطالعـه عضلـه UTr مـورد بررسـی قـرار گرفـت. زیرا:

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-11-18]

[DOI: 10.21859/johe-02044]

- UTr از مهمترین عضلات بالابرنده شانه است که وزن اندام فوقانی را تحمل کرده و آن‌ها را در موقعیت مناسب و تعریف شده حفظ می‌کند [۲۴].
- از نظر بیومکانیکی، UTr از مهمترین عضلات ناحیه گردن و شانه است [۲۵]. این عضله نقشی تثبیت‌کننده داشته و در موقعیت FHPRS تنش بسیاری بر آن وارد می‌شود [۲۶].
- عضله UTr به شدت به نیازهای شغلی، سطح دقت مورد نیاز شغل و پیچیدگی وظایف حساس است [۲۴, ۲۷]. حرکات با شدت پایین قالی‌بافی نیازمند دقت فراوانی هستند و سطح پیچیدگی زیر وظایف، بر اساس نقشه قالی متغیر است. بنابراین UTr نقش پر رنگی در اجرای مناسب و صحیح وظایف قالی‌بافی دارد.
- تأثیرات مخرب پوسچرها و حرکات عضله UTr، بدون بازه‌های استراحت کافی، از مهمترین و رایج‌ترین مکانیسم‌ها در شرح مشکلات شانه در مشاغل با شدت پایین است [۲۸-۳۰].

بعد از آماده کردن سطح پوست ناحیه مورد نظر، دو الکترود دیسکی (SX230 model, contact diameter: 10mm, inter electrode distances: 2 cm) آغشته به ژل به موازات الیاف فوقانی UTr بر اساس دستورالعمل Cram نصب شدند [۳۱]. همچنین الکترود مرجع (R200 model) بر روی زائده استایلوئید مچ چپ ثابت شد.

الکترودهای سطحی به دستگاه Biometrics data log متصل شده و امواج آنالوگ EMG را از سطح پوست به دستگاه منتقل می‌کرد. امواج ثبت شده در دستگاه با استفاده از حافظه همراه به رایانه منتقل و داده‌ها به صورت آفلاین با استفاده از نرم‌افزار DATALOG software مورد پردازش و مدیریت اولیه قرار گرفت.

پردازش داده‌های EMG

پردازش و تجزیه و تحلیل امواج با استفاده از برنامه نوشته شده در محیط برنامه متلب (Mathworks, Version 7.8.0.347 (R2009a)) انجام شد. امواج تحت فرکانس ۱۰۰۰ هرتز نمونه‌برداری شده و تحت 10-450 Hz band-pass, zero lag Butterworth, 6thorder فیلتر شدند. برای حذف امواج کمتر از ۵۰ هرتز از امواج ثبت شده، از notch filter استفاده شد. Normalized-RMS و MPF به ترتیب به عنوان پارامتر دامنه و فرکانس مورد تجزیه‌وتحلیل قرار گرفتند. MPF و RMS حاصله از بازه‌های ۱۰ ثانیه‌ای در هر ۱ دقیقه محاسبه شدند.

برای محاسبه RMS، امواج EMG تصحیح شده و تحت فیلتر پایین‌گذر ۲ هرتز قرار گرفتند. میزان RMS به دست آمده در آزمون انقباض استاندارد (standard test contraction) به عنوان میزان مرجع برای نرمال کردن RMS های به دست آمده، به کار گرفته شد [۳۲]. MPF در پنجره‌های زمانی با لغزش ۱۰۰ نمونه و همپوشانی ۵۰ نمونه در پنجره‌های متوالی با استفاده از تبدیل سریع فوریه (FFT) که از رایج‌ترین روش‌های تعیین طیف فرکانس امواج EMG است محاسبه گردید.

تجزیه‌وتحلیل آماری

برای محاسبه ضریب رگرسیون تغییرات MPF و RMS در طول یک چرخه وظیفه‌ایِ ۸۰ دقیقه‌ای از شغل قالی‌بافی، از روش تجزیه‌وتحلیل سری‌های زمانی استفاده شد. سپس مقادیر به دست آمده از تجزیه و تحلیل سری‌های زمانی برای RMS و MPF به همراه علائم آن‌ها برای تعیین محل نقطه‌ها در نمودار جاسا مورد استفاده قرار گرفتند. ربعی از نمودار که بیشترین تعداد نقطه‌ها را دارا بود، به عنوان وضعیت قالب عضله UTr راست و چپ انتخاب می‌شد.

تجزیه‌وتحلیل با استفاده از روش جاسا

در روش جاسا، تغییرات MPF و RMS در پایان زمان مورد نظر تعیین شد و تقابل این دو پارامتر به عنوان یک نقطه (برای هر فرد) بر روی یکی از چهار قسمت نمودار جاسا مشخص گردید [۵, ۱۶]:
- در صورت افزایش دامنه همزمان با کاهش طیف فرکانس، نقطه مورد بحث در ربع خستگی عضلانی قرار گرفت.
- در صورت افزایش همزمان دامنه و طیف فرکانس، نقطه مورد بحث در ربع افزایش تولید نیروی عضلانی قرار گرفت.
- در صورت کاهش دامنه همزمان با افزایش طیف فرکانس، نقطه مورد بحث در ربع بازیابی از خستگی قرار گرفت.
- در صورت کاهش همزمان دامنه و طیف فرکانس، نقطه مورد بحث در ربع کاهش نیروی تولید شده قرار گرفت.

در نمودار جاسا، محور x و y به ترتیب نمایانگر تغییرات زمانی دامنه و طیف فرکانس EMG هستند. همان‌طور که در بالا نیز به آن اشاره شد، در این نمودار علت ایجاد هر یک از حالت‌های عضلانی و نوع آن (خستگی، افزایش تولید نیرو، بازیابی و کاهش تولید نیرو) فقط با یک نقطه قابل شناسایی است. ماهیت محاسبات در جاسا، برای تفسیر تغییرات در پارامترهای EMG در مطالعات شغلی، کیفی-کمی است. بدین

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-11-18]
[DOI: 10.21859/johe-02044]

ترتیب که با محاسبات کمی شیب تغییرات دامنه و فرکانس در تک‌تک افراد محاسبه و با دسته‌بندی‌های کیفی علت این تغییرات در یکی از ربع‌های جاسا تعیین می‌گردد. در نهایت برای ۱۲ شرکت کننده، امواج EMG مورد بررسی قرار گرفت و موقعیت عضله UTr چپ و راست آن‌ها با یک نقطه در نمودار جاسا تعیین گردید.

یافته‌ها

روش جاسا وضعیت عضله UTr راست و چپ را برای ۱۲ نفر در یک چرخه وظیفه‌ای شغلی با ماهیت تکراری و شدت پایین (قالی‌بافی) در ایستگاه پیشنهادی چوبینه و همکاران مورد بررسی قرار داد. ضریب رگرسیون یا شیب تغییرات MPF و RMS در بازه زمان برای ۱۲ قالی‌باف در جدول ۳ خلاصه شده است.

تعداد نقطه‌ها در هر ربع جاسا، نشان‌دهنده تعداد افراد با وضعیت عضلانی مشابه است. با استفاده از روش جاسا، علت تغییرات MPF و RMS دسته‌بندی شد و مشخص شد در UTr راست، ۷ نفر خستگی عضلانی را تجربه کرده بود. تعداد افرادی که در UTr راست خود افزایش تولید نیرو، کاهش تولید نیرو و بازیابی را تجربه کرده بودند، به ترتیب برابر با ۲، ۱ و ۱ نفر بود. همچنین نقطه جاسا برای یک شرکت کننده بر روی محور x واقع شد (تصویر ۲).

جدول ۳. ضریب رگرسیون تغییرات RMS و MPF برای ۱۱ قالی‌باف

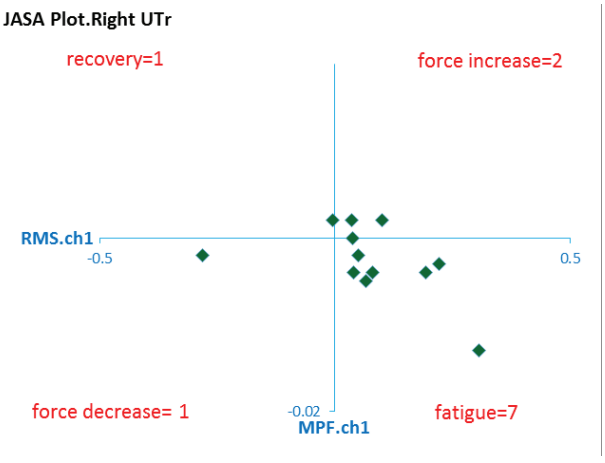
	UTr راست			UTr چپ		
کد شرکت‌کننده	پارامترهای EMG	ضریب همبستگی	تفسیر	پارامترهای EMG	ضریب هبستگی	تفسیر
۱	MPF	-۰/۰۰۲	کاهش تولید نیرو	MPF	۰/۰۰۲	افزایش تولید نیرو
	N-RMS	-۰/۲۸۲		N-RMS	۰/۵۸۴	
۲	MPF	-۰/۰۰۵	خستگی عضلانی	MPF	۰/۰۰۱	بازیابی
	N-RMS	۰/۰۶۶		N-RMS	-۰/۱۷۲	
۳	MPF	۰/۰۰۲	افزایش تولید نیرو	MPF	۰/۰۰۲	افزایش تولید نیرو
	N-RMS	۰/۱		N-RMS	۰/۰۴۱	
۴	MPF	-۰/۰۰۴	خستگی عضلانی	MPF	-۰/۰۰۴	خستگی عضلانی
	N-RMS	۰/۰۳۹		N-RMS	۰/۲۳۰	
۵	MPF	-۰/۰۱۳	خستگی عضلانی	MPF	-۰/۰۱۰	خستگی عضلانی
	N-RMS	۰/۳۰۶		N-RMS	۰/۳۱۸	
۶	MPF	-۰/۰۰۴	خستگی عضلانی	MPF	-۰/۰۰۱	خستگی عضلانی
	N-RMS	۰/۱۹۴		N-RMS	۰/۰۲۷	
۷	MPF	-۰/۰۰۲	خستگی عضلانی	MPF	-۰/۰۰۷	خستگی عضلانی
	N-RMS	۰/۰۵۱		N-RMS	۰/۱۲۰	
۸	MPF	-۰/۰۰۳	خستگی عضلانی	MPF	-۰/۰۰۴	خستگی عضلانی
	N-RMS	۰/۲۲۲		N-RMS	۰/۰۴۹	
۹	MPF	۰/۰۰۲	بازیابی	MPF	۰/۰۰۷	بازیابی
	N-RMS	-۰/۰۰۵		N-RMS	-۰/۰۶۹	
۱۰	MPF	-۰/۰۰۴	خستگی عضلانی	MPF	-۰/۰۰۸	کاهش تولید نیرو
	N-RMS	۰/۰۸۱		N-RMS	-۰/۰۹۶	
۱۱	MPF	۰/۰۰۲	افزایش تولید نیرو	MPF	-۰/۰۰۵	خستگی عضلانی
	N-RMS	۰/۰۳۶		N-RMS	۰/۱۹۸	
۱۲	MPF	۰/۰۰۰	روی محور x	MPF	۰/۰۰۱	افزایش تولید نیرو
	N-RMS	۰/۰۳۷		N-RMS	۰/۰۴۵	

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-11-18]

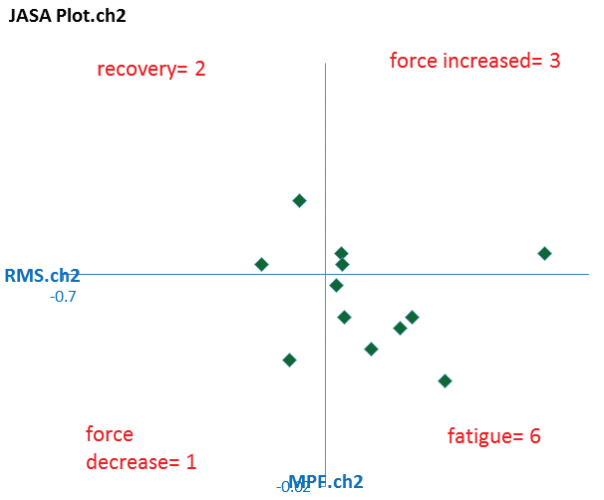
[DOI: 10.21859/johe-02044]

بـه همیـن ترتیـب تعـداد قالی‌بافانـی کـه خسـتگی عضلانـی، افزایـش تولیـد نیـرو، کاهـش تولیـد نیـرو و بازیابـی را در UTr چـپ خـود تجربـه کـرده بودنـد بـه ترتیـب برابـر بـا ۶، ۳، ۱ و ۲ نفـر بـود (تصویـر ۳).

بنابرایـن همان‌طـور کـه از نتایـج بـر می‌آیـد در UTr راسـت و چـپ بیشـتر افـراد کاهـش طیـف فرکانـس همزمـان بـا افزایـش دامنـه رخ داد و وضعیـت غالـب عضلـه UTr آن‌هـا در ربـع خسـتگی عضلانـی (پاییـن سـمت راسـت نمـودار) قـرار گرفـت. بـر اسـاس تعاریـف جاسـا، در UTr راسـت، ۵۸% افـراد و در UTr چـپ ۵۰% افـراد پـس از ۸۰ دقیقـه قالی‌بافـی در ایسـتگاه پیشـنهادی چوبینـه و همـکاران خسـتگی عضلانـی را تجربـه کردنـد.



تصویـر ۲: نمـودار جاسـا بـرای UTr راسـت طـی ۸۰ دقیقـه قالی‌بافـی در ایسـتگاه کاری پیشـنهادی چوبینـه و همـکاران، در ۱۲ شـرکت‌کننده



تصویـر ۳: نمـودار جاسـا بـرای UTr چـپ طـی ۸۰ دقیقـه قالی‌بافـی در ایسـتگاه کاری پیشـنهادی چوبینـه و همـکاران، در ۱۲ شـرکت‌کننده

بحث

ایـن مطالعـه تأثیـر ایسـتگاه قالی‌بافـی پیشـنهادی چوبینـه و همـکاران را از دیـد خسـتگی در عضلـه UTr طـی یـک چرخـه وظیفـه‌ای ۸۰ دقیقـه‌ای مـورد بررسـی قـرار داد. روش ارزیابـی بـر بررسـی همزمـان دامنـه و طیـف فرکانـس امـواج EMG مبتنـی بـود و در هـر دو عضلـه UTr راسـت و چـپ، خسـتگی شـغلی، وضعیـت غالـب عضلانـی ثبـت شـد.

در ایـن مطالعـه، از روش جاسـا بـه عنـوان روشـی نویـن و معتبـر بـرای بررسـی خسـتگی عضلانـی در محیط‌هـای کاری اسـتفاده شـد. نتایـج حاصـل از روش جاسـا نشـان داد وظایـف کاری تکـراری در ایسـتگاه کاری پیشـنهادی چوبینـه و همـکاران منجـر بـه ایجـاد خسـتگی عضلانـی در UTr راسـت (۵۸% افـراد) و چـپ (۵۰% افـراد) می‌شـود. نتایـج مطالعـه Luttmann و همـکاران نشـان داد ۷۰% از کارکنـان دفاتـر اداری در عضلـه UTr خـود کاهـش تولیـد نیـرو را تجربـه کـرده بودنـد [۳۳]. در مطالعـه دیگـری نیـز ۸۰% جراحـان ارولوژیسـت در عضلـه ذوزنقـه خـود خسـتگی عضلانـی را تجربـه کـرده بودنـد [۱۶].

در ربـع خسـتگی عضلانـی نمـودار جاسـا شـاهد افزایـش دامنـه همزمـان بـا کاهـش فرکانـس بـه سـمت طیف‌هـای پایین‌تـر هسـتیم. از دیـد فیزیولوژیکـی هنگامـی شـاهد خسـتگی عضلانـی هسـتیم کـه: الـف) اسـتخدام فیبرهـای عضلانـی (recruitment of muscle fiber) یـا نـرخ شـلیک (firing rate) عصبـی افزایـش یابـد و ب) انتشـار پتانسـیل عمـل (propagation of action potential) در طـول عضلـه کاهـش یابـد [۳۴]. در چنین شـرایطی بـرای حفـظ نیـروی ثابـت مـورد نیـاز، واحدهـای حرکتـی (motor units) بیشـتری بایـد فعـال شـده و نـرخ شـلیک پتانسـیل‌های عمـل بایـد افزایـش یابـد. در ایـن شـرایط تغییـرات زیـادی در ترکیبـات یونـی مایعـات سـلولی عضـلات، بـه خصـوص در میـزان توزیـع پتاسـیم بـه وقـوع می‌پیونـدد کـه ایـن امـر منجـر بـه کاهـش انتشـار سـرعت پتانسـیل عمـل می‌گـردد [۳۵]. بـر اسـاس نتایـج پـس از ۸۰ دقیقـه قالی‌بافـی در ایسـتگاه کاری پیشـنهادی، خسـتگی عضلانـی وضعیـت غالـب در UTr راسـت و چـپ بـود. Luttmann و همـکاران نشـان دادنـد ارتبـاط قـوی بیـن خسـتگی عضلانـی و درد وجـود دارد [۳۳]. بنابرایـن بایـد بـا دیـدی جامع‌تـر بـه بهبـود ایسـتگاه کاری پیشـنهادی پرداختـه شـود تـا بـا ارائـه ایسـتگاه‌های بـا سـطح ارگونومـی بالاتـر از خسـتگی عضلانـی، درد و کاهـش عملکـرد قالی‌بافـان جلوگیـری نمـود.

بیشـتر مطالعـات ارگونومـی، عضـلات را در محیط‌هـای کاری طبیعـی و شـرایط پویـا مـورد ارزیابـی قـرار می‌دهنـد. در چنیـن شـرایطی تولیـد نیـرو در عضـلات از الزامـات و نیازمندی‌هـای شـغلی متأثـر اسـت و تغییـرات دامنـه EMG ممکـن اسـت هـم از

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-11-18]

[DOI: 10.21859/johe-02044]

خستگی عضلانی و هم از میزان تولید نیرو، تأثیر بپذیرد [۱۶]. در روش‌های کلاسیک ارزیابی EMG، امکان تفکیک علت تغییرات دامنه وجود نداشته و محدودیت‌های بیشماری را به همراه دارد. از جمله این محدودیت‌ها این است که امواج ثبت شده، نماینده میزان واقعی کار نیستند و تداخل‌های زیادی در روند اجرای وظیاف ایجاد می‌کنند [۳۶]. به نظر می‌رسد روش جاسا روشی مفید برای اهداف ارگونومی باشد. این روش تداخلی در فرآیند کار ایجاد نمی‌کند، اما لازم به ذکر است محدودیت‌های بالقوه‌ای به همراه دارد. از جمله:

- نتایج حاصل از نمودارجاسا یک یافته توصیفی از عضلات تحت بررسی در اختیار قرار می‌دهد و گاهی اوقات برای بررسی‌های دقیق‌تر از دید مطالعات EMG مفید به نظر نمی‌رسد.

- برخی نقاط نمودار جاسا بر روی محور x و y یا حول این محورها قرار می‌گیرد و نمی‌توان علت تغییرات EMG را شرح داد. در چنین شرایطی تفسیر و درک موقعیت نقاط نسبتاً پیچیده است.

بررسی وظایف کاری واقعی در مطالعات ارگونومیک محدودیت‌های زیادی را به دنبال دارد. برخی از محدودیت‌هایی که این مطالعه با آن روبرو بود: تفاوت شرکت‌کنندگان در سطح مهارت که با وجود سوابق کاری مشابه، سطوح مهارتی متفاوتی داشتند و این مساله قابلیت کنترل پایینی داشت. علاوه بر این استرس ذهنی شرکت‌کنندگان حاصل از تغییر محیط کاری نیز می‌توانند بر داده‌های ثبت شده تأثیرگذار باشد. مطالعات نشان داده‌اند علاوه بر این‌که فاکتورهای فیزیکی قادر به تأثیرگذاری بر میزان تنش عضلانی هستند، رابطه مشابهی بین فاکتورهای روانی-اجتماعی و تنش عضلات اندام فوقانی وجود دارد [۲۰]. فاکتورهای روانی-اجتماعی مواردی همچون سطح دقت مورد نیاز در انجام وظایف، سرعت کار، پیچیدگی وظایف، نیازهای توجه و فاکتورهای اجتماعی را در بر می‌گیرد [۳۷-۳۹]. دار قالی مورد استفاده در این مطالعه، دار قالی عمودی با ابعادی خاص است؛ بنابراین تغییر در مشخصات دار ممکن است نتایج مطالعه را دستخوش تغییر کند.

در این مطالعه تأثیر یک چرخه از وظایف قالی‌بافی در ایستگاه پیشنهادی چوبینه و همکاران روی خستگی عضله UTr مورد ارزیابی قرار داده شد. پیشنهاد می‌شود به منظور بررسی همه جانبه ایستگاه‌های کاری قالی‌بافی، مطالعات آینده به دیگر عضلات در نواحی کمر، تنه و اندام تحتانی و طی بازه‌های کاری طولانی‌تر بپردازند. چالش اصلی ارگونومیست‌ها طراحی ایستگاه‌های کاری در راستای کاهش اختلالات اسکلتی-عضلانی است [۴۰]. به این منظور باید درمحیط‌های شغلی، خستگی عضلانی که رابطه معناداری با MSD ها دارد تحت مدیریت قرار گیرد. نویسندگان امید دارند نتایج حاصل از این مطالعه امکان طراحی مناسب‌تر ایستگاه‌های کاری قالی‌بافی را فراهم آورد.

نتیجه‌گیری

به طور خلاصه، می‌توان گفت بیشتر قالی‌بافان شرکت کننده در ایستگاه قالی‌بافی پیشنهادی، در UTr راست و چپ خود خستگی عضلانی را تجربه کرده بودند. به نظر می‌رسد بار کاری وارده به افراد در این ایستگاه پیشنهادی، بیش از ظرفیت جسمانی قالی‌بافان بوده و منجر به خستگی حتی در یک چرخه وظیفه‌ای می‌گردد. مطالعات آینده باید بر روی تأثیر ویژگی‌های شغلی بر میزان خستگی در هر یک از زیر وظایف قالی‌بافی و سایر عضلات در بازه‌های زمانی مختلف انجام شود.

سپاسگزاری

این پژوهش در قالب طرح پایان نامه کارشناسی ارشد (شماره ثبت ۹۱۰۳۱۶۱۱۶۳۹۱۰۹۲۱۳۴۳۸) با پشتیبانی مالی معاونت تحقیقات و فناوری دانشگاه علوم پزشکی همدان انجام یافته است، که بدین وسیله نهایت تشکر و قدردانی به عمل می‌آید.

تضاد منافع

هیچگونه تضاد منافعی برای نویسندگان این مقاله وجود ندارد.

REFERENCES

1. Bureau of Labor Statistics. Nonfatal occupational injuries and illnesses requiring days away from work 2004 [updated 2016; cited 2012]. Available from: www.bls.gov/iif/oshcdnew.htm.
2. Choobineh A, Hosseini M, Lahmi M, Khani Jazani R, Shahnavaz H. Musculoskeletal problems in Iranian hand-woven carpet industry: guidelines for workstation design. Appl Ergon. 2007;38(5):617-24. DOI: 10.1016/j.apergo.2006.06.005 PMID: 16999930
3. Motamedzade M, Moghimbeigi A. Musculoskeletal disorders among female carpet weavers in Iran. Ergonomics. 2012;55(2):229-36. DOI: 10.1080/00140139.2011.582539 PMID: 21846289
4. Ferguson SA, Allread WG, Le P, Rose J, Marras WS. Shoulder muscle fatigue during repetitive tasks as measured by electromyography and near-infrared spectroscopy. Hum Factors. 2013;55(6):1077-87. PMID: 24745200
5. Luttmann A, Jäger M, Laurig W. Electromyographical indication of muscular fatigue in occupational field studies. Int J Indust Ergo. 2000;25(6):645-60. DOI: 10.1016/s0169-8141(99)00053-0
6. Ding J, Wexler AS, Binder-Macleod SA. A predictive model of fatigue in human skeletal muscles. J Appl Physiol (1985). 2000;89(4):1322-32. PMID: 11007565

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-11-18]

[DOI: 10.21859/johe-02044]

7. Lomond KV, Cote JN. Shoulder functional assessments in persons with chronic neck/shoulder pain and healthy subjects: Reliability and effects of movement repetition. Work. 2011;38(2):169-80. DOI: 10.3233/WOR-2011-1119 PMID: 21297287
8. Nussbaum MA, Clark LL, Lanza MA, Rice KM. Fatigue and endurance limits during intermittent overhead work. AIHAJ. 2001;62(4):446-56. PMID: 11549138
9. Dennerlein JT, Ciriello VM, Kerin KJ, Johnson PW. Fatigue in the forearm resulting from low-level repetitive ulnar deviation. AIHA J (Fairfax, Va). 2003;64(6):799-805. DOI: 10.1202/515.1 PMID: 14674796
10. Motamedzade M, Afshari D, Soltanian A. The Impact of Ergonomically Designed Workstations on Shoulder EMG Activity during Carpet Weaving. Health Promot Perspect. 2014;4(2):144-50. DOI: 10.5681/hpp.2014.019 PMID: 25650180
11. Kumar S, Mital A. Electromyography In Ergonomics: Taylor & Francis; 1996.
12. Stulen FB, DeLuca CJ. Frequency parameters of the myoelectric signal as a measure of muscle conduction velocity. IEEE Trans Biomed Eng. 1981;28(7):515-23. DOI: 10.1109/TBME.1981.324738 PMID: 7275132
13. Basmajian JV. Muscles Alive. Their Functions Revealed by Electromyography. Acad Med. 1962;37(8):802.
14. Kwatny E, Thomas DH, Kwatny HG. An application of signal processing techniques to the study of myoelectric signals. IEEE Trans Biomed Eng. 1970;17(4):303-13. PMID: 5518826
15. Hagg GM, Suurkula J, Liew M. A worksite method for shoulder muscle fatigue measurements using EMG, test contractions and zero crossing technique. Ergonomics. 1987;30(11):1541-51. DOI: 10.1080/00140138708966046 PMID: 3443083
16. Luttmann A, Jager M, Sokeland J, Laurig W. Electromyographical study on surgeons in urology. II. Determination of muscular fatigue. Ergonomics. 1996;39(2):298-313. DOI: 10.1080/00140139608964460 PMID: 8851534
17. Blangsted AK, Sjogaard G, Madeleine P, Olsen HB, Sogaard K. Voluntary low-force contraction elicits prolonged low-frequency fatigue and changes in surface electromyography and mechanomyography. J Electromyogr Kinesiol. 2005;15(2):138-48. DOI: 10.1016/j.jelekin.2004.10.004 PMID: 15664144
18. Bosch T, de Looze MP, van Dieen JH. Development of fatigue and discomfort in the upper trapezius muscle during light manual work. Ergonomics. 2007;50(2):161-77. DOI: 10.1080/00140130600900282 PMID: 17419152
19. Hostens I, Ramon H. Assessment of muscle fatigue in low level monotonous task performance during car driving. J Electromyogr Kinesiol. 2005;15(3):266-74. DOI: 10.1016/j.jelekin.2004.08.002 PMID: 15763673
20. Larsson SE, Larsson R, Zhang Q, Cai H, Oberg PA. Effects of psychophysiological stress on trapezius muscles blood flow and electromyography during static load. Eur J Appl Physiol Occup Physiol. 1995;71(6):493-8. PMID: 8983915
21. Hagg GM, Luttmann A, Jager M. Methodologies for evaluating electromyographic field data in ergonomics. J Electromyogr Kinesiol. 2000;10(5):301-12. PMID: 11018440
22. Suurkula J, Hagg GM. Relations between shoulder/neck disorders and EMG zero crossing shifts in female assembly workers using the test contraction method. Ergonomics. 1987;30(11):1553-64. DOI: 10.1080/00140138708966047 PMID: 3443084
23. Choobineh A, Lahmi M, Hosseini M, Shahnavaz H, Jazani RK. Workstation design in carpet hand-weaving operation: guidelines for prevention of musculoskeletal disorders. Int J Occup Saf Ergon. 2004;10(4):411-24. DOI: 10.1080/10803548.2004.11076625 PMID: 15598364
24. Milerad E, Ericson MO. Effects of precision and force demands, grip diameter, and arm support during manual work: an electromyographic study. Ergonomics. 1994;37(2):255-64. DOI: 10.1080/00140139408963643 PMID: 8119259
25. Laursen B, Sogaard K, Sjogaard G. Biomechanical model predicting electromyographic activity in three shoulder muscles from 3D kinematics and external forces during cleaning work. Clin Biomech (Bristol, Avon). 2003;18(4):287-95. PMID: 12689778
26. Caneiro JP, O'Sullivan P, Burnett A, Barach A, O'Neil D, Tveit O, et al. The influence of different sitting postures on head/neck posture and muscle activity. Man Ther. 2010;15(1):54-60. DOI: 10.1016/j.math.2009.06.002 PMID: 19643658
27. Roman-Liu D, Tokarski T, Kaminska J. Assessment of the musculoskeletal load of the trapezius and deltoid muscles during hand activity. Int J Occup Saf Ergon. 2001;7(2):179-93. DOI: 10.1080/10803548.2001.11076485 PMID: 11373186
28. Madeleine P. On functional motor adaptations: from the quantification of motor strategies to the prevention of musculoskeletal disorders in the neck-shoulder region. Acta Physiol (Oxf). 2010;199 Suppl 679:1-46. DOI: 10.1111/j.1748-1716.2010.02145.x PMID: 20579000
29. Sogaard K, Blangsted AK, Jorgensen LV, Madeleine P, Sjogaard G. Evidence of long term muscle fatigue following prolonged intermittent contractions based on mechano- and electromyograms. J Electromyogr Kinesiol. 2003;13(5):441-50. PMID: 12932418
30. Veiersted KB, Westgaard RH. Development of trapezius myalgia among female workers performing light manual work. Scand J Work Environ Health. 1993;19(4):277-83. PMID: 8235517
31. Criswell E. Cram's introduction to surface electromyography.: Jones & Bartlett Learning; 2010.
32. Mathiassen SE, Winkel J, Hagg GM. Normalization of surface EMG amplitude from the upper trapezius muscle in ergonomic studies - A review. J Electromyogr Kinesiol. 1995;5(4):197-226. PMID: 20719652
33. Luttmann A, Schmidt K-H, Jäger M. Working conditions, muscular activity and complaints of office workers. Int J Indust Ergo. 2010;40(5):549-59. DOI: 10.1016/j.ergon.2010.04.006
34. Luttmann A. Physiological basis and concepts of electromyography. Electromyograph Ergo. 1996;39(3):51-95.
35. Sobhe K. [A research in international market of Iranian carpet and its export development]. Iran Hand Woven Carpet Mag. 1997;10(2):31-46.
36. Sjogaard G, Lundberg U, Kadefors R. The role of muscle activity and mental load in the development of pain and degenerative processes at the muscle cell level during computer work. Eur J Appl Physiol. 2000;83(2-3):99-105. DOI: 10.1007/s004210000285 PMID: 11104050
37. Arndt R. Work pace, stress, and cumulative trauma disorders. J Hand Surg Am. 1987;12(5 Pt 2):866-9. PMID: 3655263
38. Nimbarte AD, Al Hassan MJ, Guffey SE, Myers WR. Influence of psychosocial stress and personality type on the biomechanical loading of neck and shoulder muscles. Int J Indust Ergo. 2012;42(5):397-405. DOI: 10.1016/j.ergon.2012.05.001
39. Waersted M, Westgaard RH. Attention-related muscle activity in different body regions during VDU work with minimal physical activity. Ergonomics. 1996;39(4):661-76. DOI: 10.1080/00140139608964488 PMID: 8854985
40. Wells R, Mathiassen SE, Medbo L, Winkel J. Time--a key issue for musculoskeletal health and manufacturing. Appl Ergon. 2007;38(6):733-44. DOI: 10.1016/j.apergo.2006.12.003 PMID: 17379179

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-11-18]

[DOI: 10.21859/johe-02044]

Journal of Occupational Hygiene Engineering **Original Article**

No 8, Volume 2, Issue 4

Effect of One Carpet Weaving Workstation on Upper Trapezius Fatigue

Neda Mahdavi [1], Majid Motamedzade [2,*], Abbas Moghim Beigi [3], Ali Ashraf Jamshidi [4], Rashid Heydari Moghaddam [5]

[1] MSc Student, Department or Ergonomics, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran
[2] Professor, Department or Ergonomics, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran
[3] Associate Professor, Department of Biostatistics and Epidemiology, School of Health, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran
[4] Associate Professor, Department of Ergonomics, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran
[5] Associate Professor, Department of Ergonomics, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran
[6] Assistance Professor, Department or Ergonomics, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran

** Corresponding author: Majid Motamedzade, Professor, Department or Ergonomics, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran. E-mail: motamedzade@yahoo.com*

DOI: 10.21859/johe-02044

Received: 07.14.2015

Accepted: 04.30.2016

Keywords:
Muscle Fatigue
Ergonomics
Surface Electromyography

How to Cite this Article:
Mahdavi N, Motamedzade M, Moghim Beigi A, Ashraf Jamshidi A, Heydari Moghaddam R. Effect of One Carpet Weaving Workstation on Upper Trapezius Fatigue. J Occup Hyg. 2016;2(4):25-34. DOI: 10.21859/johe-02044

© 2016 Hamedan University of Medical Sciences.

Abstract

Introduction: This study aimed to investigate the effect of carpet weaving at a proposed workstation on Upper Trapezius (UTr) fatigue during a task cycle. Fatigue in the shoulder is one of the most important precursors for upper limb musculoskeletal disorders. One of the most prevalent musculoskeletal disorders between carpet weavers is disorder of the shoulder region.

Methods: This cross-sectional study, included eight females and three males. During an 80-minute cycle of carpet weaving, Electromyography (EMG) signals of right and left UTr were recorded by the surface EMG, continuously. After raw signals were processed, MPF and RMS were considered as EMG amplitude and frequency parameters. Time series model and JASA methods were used to assess and classify the EMG parameter changes during the working time.

Results: According to the JASA method, 58%, 16%, 8% and 8% of the participants experienced fatigue, force increase, force decrease and recovery, respectively in the right UTr. Also, 50%, 25%, 8% and 16% of the participants experienced fatigue, force increase, force decrease and recovery, respectively in the left UTr.

Conclusions: For the major portion of the weavers, dominant status in Left and right UTr was fatigue, at the proposed workstation during a carpet weaving task cycle. The results of the study provide detailed information for optimal design of workstations. Further studies should focus on fatigue in various muscles and time periods for designing an appropriate and ergonomics carpet weaving workstation.

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-11-18]

[DOI: 10.21859/johe-02044]