Journal of Health and Safety at Work 2021; 11(2): 196-212

ORIGINAL RESEARCH PAPER

Assessment of Shoulder and Lower Back Muscles Activities of Carpet Weaver's in the Traditional and Ergonomic Workstations Using Electromyography

Mohammad Ebrahimi [1], Mahmood Reza Azgahini[2], Jalil Nazari[3]*, Abdol Rasoul Safiyan[4]

[1] *School of health, Tabriz University of Medical Sciences, Tabriz, Iran*
[2] *Department of Biomechanical Engineering, Faculty of biomedical Engineering Sahand University of Technology*
[3] *School of health, Tabriz University of Medical Sciences, Tabriz, Iran*
[4] *Department of Biostatistics and Epidemiology, Tabriz University of Medical Sciences, Tabriz, Iran*

Received: 2018-01-09 Accepted: 2019-10-02

ABSTRACT

Introduction: Carpet-weaving is one of the hard and harmful jobs, which affect the health of the workforce. Based on the previously conducted research, musculoskeletal disorders in the neck, shoulder, and lower back regions are common among carpet weavers. This study conducted to investigate the muscle activity of the shoulder and lower back regions in carpet weavers during work on traditional and ergonomic workstations by surface electromyography.

Material and Methods: 18 experienced male weavers with a mean age of 38 and mean weaving experience of 11.1 years participated in this study. Each weaver took part in two trails of 120 min. Surface EMG signal recordings were done during weaving for four muscles (bilaterally in trapezius and erector spine). The RMS and MPF values were extracted from the raw EMG signal to estimate muscle activity and fatigue.

Results: The results obtained from the 5-time intervals indicated the lowered MPF in the ergonomic workstation compared to the traditional one. The result of the mean RMS in most of the recorded times was lower in the ergonomic workstation than that in the traditional one.

Conclusion: According to the results of the study, the modified workstation was well-suited for trapezius muscles, and the traditional one had an advantage for the erector spine muscles.

Keywords: *Carpet weaving, Electromyography, Muscle, Workstation*

1. INTRODUCTION

According to statistics, there are nearly 2.2 million full-time and part-time weavers in Iran, and about 8.5 million people directly or indirectly live from the hand-woven carpet industry. Carpet-weaving is one of the hard and harmful jobs, through which weavers have to work for a long period in a sitting position with their backs bent. It causes a change in the appearance of the weaver's spine. But any apparent change in the spine of a musculoskeletal unit will cause extensive changes in its upper and lower extremities. Awkward posture of the trunk of the body for a long period of time can have an adverse effect on the spine. Therefore, this style of working for a long period affects the weavers' health. According to the results of previous studies, the most important risk factors for the health of carpet weavers are ergonomic factors. Musculoskeletal disorders are a major health problem among carpet weavers and are associated with both workability and sickness absence and impose enormous direct and indirect economic costs on both individuals and society. Several factors relating to the ergonomic conditions were found to be important about musculoskeletal problems, especially working posture, daily working time, sitting type, and loom type.

* Corresponding Author Email: *nazari_j@yahoo.com*

Copyright © 2021 The Authors. Published by Tehran University of Medical Sciences.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/). Non-commercial uses of the work are permitted, provided the original work is properly cited.

In most carpet weaving workshops in the country, traditional looms and methods are used for carpet weaving. In this method of weaving, the weaver has to work long hours statically and in an awkward posture.

Working in this static and awkward posture is considered an important risk factor in the occurrence of musculoskeletal disorders. A significant relationship between poor posture and shoulder disorders has been reported among carpet weavers. Besides, neck and shoulder fatigue has been mentioned as one of the most important risk factors (5). Based on the previously conducted research, musculoskeletal disorders in the neck, shoulder, and lower back regions are common among carpet weavers. Mahdavi et al. (2012) in their study on the effect of carpet weaving workstation on the trapezius muscles fatigue by recording the electrical activity of the muscles, reported that the most of studied carpet weavers had experienced fatigue in the right and left trapezius muscles.

Poor design of hand tools and workstations, awkward posture, and repetitive motions are the main risk factors of musculoskeletal disorders among carpet weavers. As the ergonomic workstation improvements may reduce muscle fatigue and the risk of musculoskeletal disorders, this study was designed and conducted to investigate the muscle activity of the shoulder and lower back region in carpet weavers during work on traditional and ergonomic workstations by surface electromyography.

2. MATERIAL AND METHODS

In the present study, 18 right-handed men, were randomly selected from Tabriz carpet-weaving community. The sample size was determined based on statistical calculations referred to the results of previous studies. Inclusion criteria were having at least 20 and at most 50 years of age, the absence of any chronic pain and discomfort in the upper limbs and lumbar region, having a history of professional carpet weaving, and willing to participate in research. Exclusion criteria were evident mental illness as well as unwillingness to participate in the study. Contribution in the study was voluntary and if the subjects were eligible enough to participate in the study, first the were informed about the objectives of the study and the confidentiality of the collected information. In addition, written and informed consent form was obtained from all participants. This study was conducted with the permission of the Ethics Committee of Tabriz University of Medical Sciences (Ethical Code: IR.TBZBED.REC.1394.995).

As the aim of this study was to assess and compare trapezius and erector spine muscle activity in two traditional and modified carpet weaving workstations, two traditional and modified looms were installed in a workshop with a controlled atmosphere condition. Each weaver took part in two trails of 120 min.

Surface Electromyography (EMG) signal recordings were done during weaving for four muscles (bilaterally in trapezius and Erector spine) by the ME6000 8-channel electromyogram and surface electromyogram. For recording the signals, 4 surface electrodes Silver/Silver Chloride (Ag/AgCl) made in Austria were used simultaneously. Prior to attaching the electrodes, the skin was cleaned with alcohol wipes. The electrode was attached to the muscle belly and parallel to the muscle fibers. The duration of the recording of each signal was 30 seconds and was determined 5 times (zero, thirty, sixty, ninety, and one hundred and twenty minutes) during two hours of tissue activity in each workstation. This procedure was applied for each workstation separately. In order to match data for all the participants, the recording was done during the same task of carpet weaving. The root means square (RMS) and means power frequency (MPF) values were extracted from the raw EMG signal to estimate muscle activity and fatigue. All the RMS and MPF values were transferred to SPSS.21 software. The junk data was deleted by using Boxplot and was normalized using the Kolmogorov-Smirnov test. Then, repeated measure was used for the analysis of the data by controlling confounding variables.

3. RESULTS AND DISCUSSION

The results obtained from the 5-time intervals indicated the lowered MPF in the ergonomic workstation compared to the traditional one. Comparison between the means also showed a significant difference in the left Trapezius muscle ($p<0.038$) from time dimension and in right erector spine muscle ($p<0.001$) for workstation type.

The result of the mean RMS in most of the recorded times was lower in the ergonomic workstation than that in the traditional one. Also, the comparison of the results also showed a significant difference between the left trapezius muscle ($p<0.001$), right

trapezius muscle ($p<0.001$), and right erector spine muscle ($p<0.009$), in the tested work stations.

4. CONCLUSIONS

According to the results of the study, the modified workstation was well-suited for trapezius muscles, and the traditional one had an advantage for the erector spine muscles. As the participants were expert weavers with high work experience and the possibility of habiting to a kind of body posture may affect muscle activity, further studies, especially for beginners, are recommended.

5. ACKNOWLEDGMENT

The study was founded by Tabriz University of Medical Sciences (TBZMED).

فصلنامه بهداشت و ایمنی کار جلد ۱۱/ شماره ۲/ تابستان ۱۴۰۰ صفحات ۱۹۶-۲۱۲

بررسی میزان فعالیت عضلات نواحی شانه و کمر قالیبافان در کار با دار سنتی و ارگونومیکی بروش الکترومایوگرافی

محمد ابراهیمی[۱]، محمود رضا آذغانی[۲]، جلیل نظری[۳]*،عبدالرسول صفائیان[۴]

[۱] گروه مهندسی بهداشت حرفه ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تبریز
[۲]دانشکده مهندسی پزشکی، دانشگاه سهند
[۳] گروه مهندسی بهداشت حرفه ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تبریز
[۴] گروه آمار و اپیدمیولوژی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تبریز

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۱۰/۱۹، تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۷/۱۰

چکیده

مقدمه: قالیبافی یکی از حرف سخت و زیان آور بوده که بر سلامت نیروی کار تأثیر می گذارد. اختلالات اسکلتی-عضلانی یکی از مهمترین مشکلات بهداشتی در بافندگان فرش می باشد. ناراحتی های اسکلتی عضلانی با کاهش کارآیی و غیبت از کار بعلت بیماری مرتبط بوده و هزینه های متعدد اقتصادی مستقیم و غیرمستقیمی را بر فرد و جامعه تحمیل می نماید. براساس نتایج تحقیقات قبلی، اختلالات اسکلتی عضلانی در ناحیه گردن، شانه و کمر در بین بافندگان فرش شایع می باشد. طراحی ضعیف ابزارهای دستی و ایستگاه کاری، وضعیت غلط بدن و حرکات تکراری مهمترین عوامل شناخته شده خطر ابتلا به اختلالات اسکلتی- عضلانی در بین بافندگان فرش می باشد. از آنجائیکه اصلاحات ارگونومیکی در ایستگاه کاری ممکن است باعث کاهش خستگی ماهیچه ها و خطر ابتلا به اختلالات اسکلتی عضلانی شود، مطالعه حاضر به هدف بررسی میزان فعالیت عضلات شانه و کمر قالیبافان در حین کار در ایستگاه های کاری با دار سنتی و ارگونومیک بروش لکترومایوگرافی طراحی و اجرا گردید.

روش کار: از آنجائیکه هدف مطالعه حاضر بررسی و مقایسه فعالیت عضلات تراپوزیوس و ارکتوراسپاین چپ و راست در دو ایستگاه کاری سنتی و اصلاح شده بافت قالی بود. دو دستگاه دار شامل دار سنتی و اصلاح شده در یک کارگاه با شرایط جوی کنترل شده نصب گردید. ۱۸ مرد قالیباف حرفه ای با میانگین سنی ۳۸ و سابقه کار ۱۱/۱سال، بمدت ۱۲۰ دقیقه بر روی هر دار مورد آزمایش عملیات بافت انجام دادند. فعالیت عضلات تراپوزیوس و ارکتوراسپاین چپ و راست توسط دستگاه الکترومیوگرافی در فواصل زمانی ۳۰ دقیقه ثبت گردید. مقادیر RMS وMPF از سیگنال های خام فعالیت الکتریکی عضلات ثبت شده برای برآورد فعالیت عضلانی و خستگی استخرج گردید.

یافته ها: نتایج بدست آمده از ۵ بازه زمانی نشان دهنده میانگین شدت فرکانسی پایین در دار اصلاح شده نسبت به دار سنتی است. مقایسه میانگین ها نیز نشان دهنده اختلاف آماری معنادار در تراپوزیس چپ ($p<۰/۰۳۸$) از بعد روند زمانی و در ارکتور اسپاین راست ($p<۰/۰۰۱$) از نظر نوع ایستگاه کاری است. نتایج دامنه فعالیت ثبت شده در دار اصلاحی در بیشتر زمان های ثبت، کمتر از دار سنتی بوده و مقایسه نتایج مده نیز نیز نشان دهنده اختلاف آماری شدید معنادار در عضله تراپوزیوس چپ ($p<۰/۰۰۱$)، تراپوزیوس راست ($p<۰/۰۰۱$)، و ارکتوراسپاین راست ($p<۰/۰۰۹$) در ایستگاه های کاری مورد مطالعه می باشد.

نتیجه گیری: براساس نتایج بدست آمده برای عضلات تراپوزیوس ایستگاه کاری با دار اصلاح شده مناسب بوده و برای عضلات کمر ایستگاه سنتی مزیت دارد. از آنجائیکه افراد مورد بررسی، بافنده حرفه ای با سابقه کار بالایی بودند و احتمال عادت به یک نوع وضعیت کاری می تواند بر میزان فعالیت عضلاتشان تاثیرگذار باشد، لذا مطالعات بیشتر و بخصوص بر روی افراد مبتدی پیشنهاد می گردد.

کلمات کلیدی: *قالیبافی، الکترمیوگرافی سطحی، ایستگاه کاری*

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول مکاتبه: *nazari_j@yahoo.com*

مقدمه

قالیبافی نمونه بارزی از صنایع دستی در منطقه خاورمیانه و بخصوص ایران است که براساس آمارهای موجود در حدود ۲/۲ میلیون نفر بافنده در کارگاه های کوچک و بزرگ قالیبافی در کشور مشغول بکار بوده و نزدیک به ۸/۵ میلیون نفر نیز به طور مستقیم و غیرمستقیم به همراه خانوادهایشان از طریق فرش دستباف امرار معاش می نمایند (۱). این شرایط باعث شده ایران سهم بسزایی از بازارهای جهانی فرش را در اختیار داشته و درآمد ارزی قابل توجهی داشته باشد، ولیکن توجه چندانی به سلامت قالی بافان نشده و هیچ استاندارد ملی یا بین المللی نیز نسبت به وضعیت ارگونومیکی آنها وجود ندارد.

قالیبافی یکی از حرف سخت و زیان آور بوده (۲) که بافندگان مجبورند برای یک دوره طولانی مدت با کمر خمیده و به صورت نشسته فعالیت نمایند (۳)، که این امر موجب تغییر ظاهری در ستون فقرات بافنده می گردد. اما هرگونه تغییر ظاهری در ستون فقرات یک واحد اسکلتی-عضلانی باعث تغییرات وسیع نواحی بالاتر و پایینتر خود خواهد شد (۴). زاویه نامطلوب در ناحیه تنه برای یک دوره طولانی می تواند اثر نامطلوبی برای ستون فقرات ایجاد نماید (۴). لذا این نحوه کار کردن طولانی مدت، سلامت بافندگان را تحت تاثیر قرار می دهد. براساس نتایج بدست آمده از مطالعات پیشین مهمترین عامل خطر تهدید کننده سلامت قالیبافان عوامل ارگونومیکی می باشد. بنابراین طراحی و اجرای هرگونه برنامه اصلاحی در کارگاه های قالی بافی بایستی متمرکز بر روی جنبه های ارگونومیک کار باشد (۱). مهمترین بعد ارگونومیکی در این حرفه که موجب مشکلات عدیده ای شده، اختلالات و آسیبهای اسکلتی- عضلانی می باشد (۵). چوبینه و همکاران در مطالعه خود با عنوان اختلالات اسکلتی- عضلانی در صنعت قالیبافی بر روی ۱۴۳۹ نفر قالیباف گزارش نمودند که هر بافنده در سال حدود ۱۰/۸ روز کاری از دست رفته داشته که احتساب آن برای کل قالیبافان ۱۵۳۶روز در سال می باشد. این میزان غیبت، هزینه های مستقیم و غیر مستقیم هنگفتی را به جامعه تحمیل می کند. آنها مهمترین عوامل موثر ارگونومیکی بر میزان غیبت ها را، پوسچر نامناسب کاری، ساعت کاری روزانه بالا، نوع نشستگاه و نوع بافت برشمردند (۱).

باقیانی مقدم و همکاران نیز در مطالعه خود بر روی قالیبافان مهریز بیشترین مشکلات را مربوط به اختلالات اسکلتی عضلانی و بعد از آن با ۱۸/۱٪ سایر مشکلات ارگونومیکی (روانی اجتماعی و...) گزارش نمودند (۲). از مهمترین عوامل ایجاد این اختلالات در این حرفه می توان به پوسچر نامناسب هنگام کار، طراحی نامناسب ایستگاه کار، زمان طولانی کار بافت حرکات تکراری از جمله زدن ۳۰ گره در دقیقه که این عمل گره زنی در طول ۸ ساعت کاری ۶۰٪ کل کار قالی بافی را به خود اختصاص می دهد، اشاره نمود (۶-۵). لذا می توان یکی از اصلی ترین علل ریشه ای وقوع این مشکلات در کارگران قالی بافی را در کشور را عدم وجود برنامه های منسجم ارگونومیکی، نظارت ناکافی کارگاه های قالی بافی توسط کارشناسان ذیربط و نیز انجام مطالعات سطحی، ناکافی و جامع در این زمینه دانست. زیرا بروز و شیوع اختلالات اسکلتی-عضلانی در کشورهای در حال توسعه به دلیل وجود شرایط کاری نامناسب و همچنین عدم وجود برنامه ها ی پیشگیری موثر، به مراتب بیشتر از دیگر کشور می باشد (۶). بطوریکه شیوع این اختلالات در میان قالیبافان ایرانی بسیار بالاتر ازشیوع آن در میان جمعیت عمومی کشور بوده (۷) و بروز علائم آن نیز در اندام فوقانی بافندگان 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 (۹-۸) و بعد از آن نیز در نواحی کمری بالا می باشد (۱).

در اکثر کارگاه های قالیبافی کشور از دارهای سنتی و شیوه های سنتی برای بافت قالی استفاده می شود. که در این شیوه از بافت، بافنده مجبور است ساعتهای طولانی به صورت استاتیک و در یک وضعیت بدنی نامطلوب به کار بپردازد. کار در این شرایط استاتیک و پوسچر نامناسب به عنوان یک ریسک فاکتور مهم در بروز اختلالات اسکلتی عضلانی مطرح می باشد (۱).

بین پوسچرکاری ضعیف و اختلالات ناحیه شانه در بین قالیبافان رابطه معناداری گزارش شده و به خستگی در ناحیه گردن و شانه نیز بعنوان یکی از مهمترین ریسک فاکتورها در ایجاد و گسترش اختلالات نواحی شانه و گردن اشاره شده است (۱۰). مهدوی و همکاران (۱۳۹۱) در مطالعه خود بر روی تاثیر یک ایستگاه کاری قالی بافی بر خستگی عضله تراپوزیوس بوسیله ثبت فعالیت الکتریکی عضلات، گزارش نمودند که بیشتر قالی بافان مورد مطالعه، در عضله تراپوزیوس راست و چپ خود خستگی عضلانی را تجربه نمودند (۱۱). مرتضوی و همکاران نیز در بررسی اثر دو ایستگاه کاری متفاوت بر میزان خستگی عضلات ناحیه شانه در قالی بافان گزارش افزایش در میانگین دامنه فعالیت الکتریکی عضلات در دار اصلاح شده نسبت به دار سنتی را دادند، در حالیکه میزان خستگی و کاهش نیرو در دار اصلاح شده (ارگونومیک) بیشتر از دار سنتی گزارش شده است (۱۴-۱۲). نتایج مطالعه سگرز (۲۰۰۳) نیز نشان دهنده تفاوت میزان فعالیت الکتریکی عضلات در ایستگاههای کار با پایانه های تصویری در پوسچرهای متفاوت بوده بطوریکه میزان فعالیت الکتریکی عضلات تراپوزیوس در ایستگاه با ارتفاع کم نسبت به ایستگاه های کاری با ارتفاع زیاد افزایش را نشان می دهد (۱۵). مینو نژاد و همکاران (۲۰۰۹) در مطالعه رابطه میان ماکزیمم میزان فعالیت الکترومیوگرفی عضلات ارکتور اسپاین با میزان انحنای سینه گزارش دادند که بین شاخص خستگی عضلات ارکتور اسپاین با میزان انحنای سینه ای رابطه معناداری وجود دارد. همچنین بین میزان فعالیت الکترومیوگرافی عضلات ارکتوراسپاین با میزان انحنای تاحیه کمری ارتباط معنادار وجود داشته ولی شاخص میزان خستگی این عضله با میزان انحنای ناحیه کمری ارتباط معناداری را نشان نداد (۱۶). مظلومی و همکاران در مطالعه خود با هدف ارزیابی علل کمردرد های شغلی با استفاده از مدل سازی دیجیتالی انسان و ارایه راهکارهای مناسب، علل احتمالی بروز کمردرد را ابعاد بدنی بزرگتر، فاصله افقی بار از بدن، ارتفاع پایین محل برداشتن و گذاشتن بار، خمش و پیچش شدید کمر و تکرار بالا گزارش نمودند (۱۷).

با توجه به اهمیت حفظ سلامت قالیبافان و نقش و موقعیت دار قالیبافی بر آن، نیاز به مطالعات بیشتری در زمینه اصلاح ارگونومیکی دار قالی و ایستگاه کاری آن وجود دارد. از آنجائیکه در زمینه بررسی میزان فعالیت و خستگی عضله ارکتور اسپاین قالی بافان در ایستگاههای سنتی و اصلاح شده تاکنون مطالعه ای که به بررسی همزمان تاثیر دار بر عضلات کمر و شانه پرداخته باشد، وجود ندارد و مطالعاتی هم که تاکنون در زمینه اختلالات اسکلتی عضلانی قالیبافان طراحی و اجرا شده ، بیشتر به روش ذهنی بوده، لذا انجام مطالعات عینی با روشهای پویا و معتبر به وضوح احساس می شود.

از آنجائیکه وظایف قالیباف ساده، پرتکرار، سریع و یکنواخت بوده و نیازهای انرژیک وظایف این شغل نیز اغلب بسیار کم می باشد، اما استرس موضعی وارده بر ساختار اسکلتی-عضلانی بویژه اندام فوقانی زیاد می باشد. این استرس وارده بیشتر بعلت پوسچر نامطلوب بوده که بر افزایش بار عضلانی و در نتیجه فعالیت الکتریکی عضلات تاثیر بسزایی دارد (۱۸) و الکترومایوگرافی یا ثبت و بررسی امواج الکتریکی نشأت گرفته از عضلات، ابزاری معتبر جهت ارزیابی مواجهه عضلات با بارکاری فیزیکی بوده و در حیطه ارگونومی نیز بعنوان یک روش کیفی مناسب جهت اندازه گیری میزان فعالیت الکتریکی و برآورد خستگی عضلات کاربرد دارد (۱۹). مطالعه حاضر با هدف بررسی میزان فعالیت عضلات شانه و کمر قالیبافان در حین کار با دار سنتی و ارگونومیکی از طریق ثبت آنالیز امواج الکترومیوگرافی سطحی طراحی و اجرا گردید.

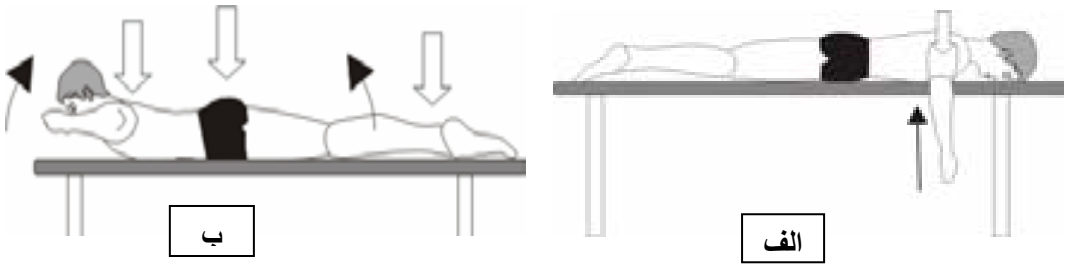
روش کار

افراد شرکت کننده در مطالعه: در مطالعه حاضر ۱۸ نفر مرد که همگی راست دست بوده به صورت تصادفی و با فراخوان از میان جامعه قالی باف شهرستان

شکل ۱. ایستگاههای کاری با دار سنتی (الف) و دار اصلاح شده (ب)

تبریز و حومه انتخاب و مورد بررسی قرار گرفتند. حجم نمونه براساس محاسبات آماری با استناد به نتایج مطالعات پیشین تعیین گردید (۱۳-۱۲ و ۲۱-۲۰). معیارهای ورود افراد به مطالعه نیز داشتن حداقل ۲۰ و حداکثر ۵۰ سال سن، عدم وجود هرگونه درد و ناراحتی مزمن در اندام فوقانی و ناحیه کمری و داشتن سابقه بافت قالی بصورت حرفه ای بود. شرکت در مطالعه داوطلبانه بوده و در صورت داشتن شرایط ورود به مطالعه، ابتدا اهداف مطالعه و محرمانه بودن اطلاعات جمع آوری شده به داوطلب اطلاع داده شد و در صورت رضایت به شرکت در مطالعه، فرم رضایت نامه آگاهانه اخذ گردید. ضمناً افراد اجازه خروج از مطالعه در هر مرحله از کار در صورت عدم تمایل به ادامه همکاری را داشتند. قبل از شروع مطالعه نیز کد اخلاق به شماره TBZMED.REC.1394.995 از کمیته اخلاق دانشگاه علوم پزشکی تبریز اخذ گردید.

ایستگاه های کاری: دو ایستگاه کاری متفاوت مشتمل بر دو دار سنتی و اصلاح شده که جهت استفاده بهینه از دستگاه الکترومایوگرافی در محیط آزمایشگاه دانشکده بهداشت نصب و راه اندازی شد. ایستگاه اول شامل یک دار سنتی فلزی به ابعاد ۱/۵*۱متر بوده که در آن بافنده به حالت چهار زانو بر روی یک پتو که در روی زمین پهن شده بود، استقرار یافته و عملیات بافت را انجام می داد (شکل۱-الف). ایستگاه دوم متشکل از یک دار متحرک اصلاح شده پیشنهادی چوبینه و همکاران (۹) و مشابه دار مورد استفاده در مطالعه الهیاری و همکاران (۱۳) بود. این دار با دارا بودن پایه های قابل تنظیم، امکان



شکل ۳. وضعیت فرد در هنگام گرفتن الف- MVC از عضله تراپزیوس و ب- MVC از عضله ارکتوراسپاین

تنظیم ارتفاع محل بافت را برای فرد بافنده فراهم نموده و در حین بافت نیز از یک صندلی با ارتفاع قابل تنظیم استفاده می شد (شکل۱- ب).

روش کار: از افراد قالیباف داوطلب شرکت در مطالعه خواسته شد که شب قبل از کار بافت بر روی دارها، استراحت کافی نموده و اول وقت (ساعت ۸ صبح) در محل آزمایشگاه حاضر شوند. آزمایش مشتمل بر دو جلسه دو ساعتی بافت قالی در هر ایستگاه بوده که ترتیب شروع کار برای هر بافنده جهت کنترل اثر ترتیب بافت در هر ایستگاه کاری به صورت تصادفی تعیین می شد. بعد از اتمام کار در یک ایستگاه و قبل از شروع به کار در ایستگاه دیگر، برای رفع خستگی عضلات از فرد خواسته می شد که به حالت درازکش نیم ساعت استراحت نموده (۲۲) و بعد از اطمینان از رفع خستگی، از وی خواسته می شد که کار بافت در ایستگاه دوم شروع نماید. در ضمن برای کنترل اثرات احتمالی دما و روشنایی بر بافندگان، شرایط دمایی و میزان روشنایی آزمایشگاه در طول زمان بافت برای تمام نمونه ها یکسان بود.

ثبت سیگنال: سیگنال های EMG در عضلات تراپزیوس (چپ و راست) و ارکتوراسپاین (چپ و راست) توسط دستگاه الکترومیوگرام ۸ کاناله مدل ME6000 و الکترودهای سطحی Silver/Silver Chloride (Ag/AgCl) ساخت کشور اتریش به صورت همزمان ثبت گردید. قبل از نصب الکترودها بر روی عضلات، برای کاهش مقاومت ظاهری الکتریکی در محل اتصال الکترودها، موهای زائد پوست تراشیده شد و لایه سطحی پوست با استفاده ازپنبه آغشته به الکل تمیز گردید. سپس با بهره گیری از برجستگی مهره هفتم گردن و برجستگی استخوان آکرومیون، محل مناسب عضله تراپوزیوس در شانه با استفاده از استخوانهای کرست ایلیاک و هم سطحی آن با مهره های سوم و چهارم، و عضله ارکتور اسپاین دو طرف، در ناحیه کمر موقعیت یابی شد (۲۴-۲۳). الکترودها در هر دو طرف عضلات مورد آزمایش با فاصله مرکز به مرکز ۳ cm به موازات تارهای عضلانی نصب گردیدند. الکترود زمینه نیز بر روی برجستگی ستون فقرات در محدوده عضله ارکتور اسپاین نصب و کلیه الکترودها و کابل ها نیز توسط چسب پارچه ای بر روی بدن محکم شدند. جهت بالا بردن دقت داده برداری نیز از فرکانس ۲۰۰۰ هرتز استفاده شد (۲۵) و مدت زمان ثبت امواج الکتریکی عضلات نیز ۳۰ ثانیه و به تعداد ۵ بار (صفر، سی، شصت، نود و صد بیست دقیقه) در طی دو ساعت فعالیت بافت در هر ایستگاه کاری تعیین گردید.

ثبت حداکثر انقباض ارادی(MVC): ثبت حداکثر انقباض ارادی عضلات جهت نرمال سازی داده ها (۲۶)، قبل از شروع کار بافت انجام گرفت. ثبت MVC در حالت درازکش بر روی یک تخت انجام می گرفت (شکل ۳). برای ثبت MVC عضله تراپوزیوس، از فرد خواسته شد که دستهای خود را به حالت آزاد در اطراف بدن آویزان کرده، و بدن خود را در حالت استراحت کامل قرار داده، سپس به آرامی تا جایی که می تواند دستهایش را باز نماید. در اثنای این عمل، فعالیت الکتریکی عضلات تراپوزیس چپ و راست ثبت می شد(شکل ۳- الف). این عمل برای هر

عضله سه بار و هر بار به مدت ۵ ثانیه انجام و در فاصله هر آزمایش نیز یک دقیقه استراحت به فرد مورد مطالعه داده می شد. برای ثبت MVC عضله ارکتوراسپاین نیز از فرد خواسته شد در همان حالت درازکش دستهای خود را در کنار بدن قرار داده و در حالت استراحت کامل قرار گیرد، سپس تا جایی که می تواند سر و سینه خود را بتوسط عضلات کمری بالا کشیده و به مدت ۵ ثانیه این وضعیت را حفظ نماید. در اثنای این عمل، فعالیت الکتریکی عضلات ارکتوراسپاین چپ و راست ثبت می شد(شکل۳-ب). این آزمون نیز سه مرتبه با فواصل استراحتی یک دقیقه ای تکرار شد.

مراحل داده برداری (دار سنتی و اصلاح شده): برای یکسان سازی نتایج آزمایش از افراد خواسته شد فعالیت بافت را به گونه ای تنظیم نمایند که در زمان ثبت سیگنال صرفا به عملیات گره زنی و بافت بپردازند. ثبت سیگنال عضلات (اندازه گیری اول) در زمان صفر انجام و ثبت های بعدی نیز هر ۳۰ دقیقه به مدت ۳۰ ثانیه تکرار گردید. بعد از اتمام دو ساعت کار (اتمام کار روی دار اول)، برای رفع خستگی، بافنده به مدت نیم ساعت در حالت دارازکش استراحت داده می شد(۲۳) و سپس کار روی دار دوم شروع می شد. تمام این مراحل برای هر ایستگاه کاری به صورت جداگانه برای هر فرد بافنده مورد مطالعه تکرار گردید.

پردازش سیگنال: از آنجاییکه الکترودهای مورد استفاده به صورت سخت افزاری دارای فیلتر میان گذر ۱۵-۵۰۰ هستند، هیچگونه فیلتر نرم افزاری به صورت دستی بر داده ها اعمال نگردید. برای هموارسازی سیگنال ها نیز از پنجره زمانی ۲۰۰ میلی ثانیه، عبوری از داده ها استفاده شد. پارامترهای مورد بررسی EMG ، دامنه فعالیت الکتریکی عضلات (RMS) و توان شدت (MPF) بودند که نتایج بدست آمده از نمونه ها نسبت به هم در دو ایستگاه سنتی و اصلاحی مقایسه شدند. جهت محاسبه RMS در مطالعه حاضر از فرمول ۱ استفاده شده که یک پارامتر وابسته به نیرو و خستگی عضلانی است.

$$\mathrm{RMS\ (EMG(t))} = \left(\frac{\int_t^{t+T} (EMG^2(t)dt)}{T} \right)^{\frac{1}{2}} \quad (۱)$$

جهت نرمالسازی داده هایRMS در مطالعه حاضر از فرمول ۲ استفاده شده که در این رابطه RMS_i میانگین مقدار RMS در بین پنجره ها، RMS_{max} بیشترین مقدار RMS در بین داده های MVC و کمترین مقدار آن به عنوان RMS_{min} در نظر گرفته شد.

$$NRMS = \frac{(RMS_i - RMS_{min})}{(RMS_{max} - RMS_{min})} \quad (۲)$$

از روش های ارزیابی خستگی عضلات، ارزیابی و تحلیل فرکانسی امواج خام الکترو میوگرافی بخصوص بررسی فرکانس میانه می باشد که نشانه بروز خستگی در عضله، افزایش در دامنه سیگنالها وکاهش همزمان در فرکانس میانه است. کاهش همزمان در دامنه وفرکانس میانی نشان دهنده کاهش نیروی تولیدی توسط ماهیچه بوده و زمانی که کاهش در دامنه سیگنالها وافزایش در فرکانس میانی رخ دهد نشانه وضعیت بازیابی در عضله بوده و افزایش همزمان در دامنه وطیف فرکانسی نیز نشانه افزایش نیرو در عضله می باشد (۲۷). در مطالعه حاضر برای محاسبه میزان خستگی از مقادیر میانگین توان فرکانسی، در هر بازه زمانی از فرمول ۳ استفاده شد.

$$MNF = \sum_{j=1}^{M} f_j P_j \Big/ \sum_{j=1}^{M} P_j \quad (۳)$$

آنالیزهای آماری: پس از ورود نمودن داده ها در نرم افزار SPSS-21 و حذف داده های پرت با استفاده ازBoxplot، نرمال بودن داده ها با استفاده از آزمون Kolmogorov-Smirnov انجام گردید. متغیرهای تأثیرگذار بیرونی نیز در دو گروه دار سنتی و اصلاحی همسان سازی شده و از آزمونهای t-test و χ^2 برای بررسی ارتباط داده ها میان دو گروه در زمان صفر استفاده

جدول ۱. مشخصات دموگرافیک نمونه های شرکت کننده در مطالعه

متغیر	حداقل	حداکثر	میانگین	انحراف معیار
سن (سال)	۲۵	۴۹	۳۸	۶/۱
سابقه کار(سال)	۵	۲۰	۱۱/۱	۴/۶
قد (سانتیمتر)	۱۶۳	۱۸۳	۱۷۳/۱	۵/۶
وزن (کیلو گرم)	۵۶	۱۰۵	۷۹/۸	۱۲/۶
شاخص توده بدنی	۲۱/۱	۳۲/۴	۲۶/۵	۳/۱

شد. یکسانی ماتریس واریانس و کواریانس نیز با آزمون ماجولی (Mutuality W) بررسی گردید. آزمون تکرار اندازه ها نیز با کنترل متغیرهای مخدوشگر با استفاده از نرم افزار Minitab نسخه ۱۷بررسی و تفاوت بین دو گروه در ۵ زمان (تناوب زمانی ۳۰ دقیقه) انجام شد. اولین P-value مربوط به مقایسه تغییرات زمانی در هر یک از دو گروه و دومین P-value نیز مربوط به تفاوت دو دار مورد مطالعه می باشد (جدول۲). نتایج هر یک از متغیرهای کمی نیز به صورت Mean±SEM، در سطح معنی داری ۰/۰۵ ارائه و از نمودار Error Bar نیز برای نشان دادن روند تغییرات در هر یک از متغیرها استفاده شده است.

یافته ها

افراد شرکت کننده در مطالعه: مشخصات دموگرافیکی ۱۸ نفر قالیباف داوطلب مرد مورد مطالعه که همگی بافنده حرفه ای راست دست و فاقد هرگونه سابقه بیماری اسکلتی-عضلانی بودند، در جدول ۱ ارائه شده است.

فعالیت الکتریکی عضلات در ایستگاه های کاری: نتایج بدست آمده از آزمون نرمالیتی (K-S) نشان دهنده توزیع نرمال همه متغیرهای مورد بررسی بوده که مبنای نرمال بودن داده ها نیز در تمامی عضلات بر اساس "Mean ≥ 2Se" می باشد. میانگین و انحراف معیار داده ها در قالب میانگین شدت ودامنه فرکانسی فعالیت الکتریکی عضلات در دو دار مورد بررسی در پنج بازه زمانی در جدول ۲ ارائه شده است. مقایسه شدت فرکانسی (MPF) در چهار عضله مورد مطالعه در دو ایستگاه کاری سنتی و اصلاحی نشان دهنده عدم وجود هیچگونه تفاوت آماری معنی دار در زمان صفر (شروع عملیات بافت) بین ایستگاه های کاری مورد مطالعه است. نتایج بدست آمده از ۵ بازه زمانی (تناوب زمانی ۳۰ دقیقه) در طول دو ساعت بافت (روند زمانی) نیز نشان دهنده کمتر بودن میانگین شدت فرکانسی در دار اصلاح شده نسبت به دار سنتی است. اما مقایسه نتایج این میانگین ها فقط نشان دهنده اختلاف آماری معنادار در شدت فرکانسی تراپوزیس چپ ($p<۰/۰۳۸$) از بعد روند زمانی و در ارکتور اسپاین راست ($p<۰/۰۰۱$) از نظر نوع ایستگاه در ایستگاه های کاری مورد مطالعه است (جدول ۲).

مقایسه میانگین دامنه فعالیت الکتریکی عضلات (NRMS) در چهار عضله مورد مطالعه در دو ایستگاه کاری (سنتی و اصلاحی) نیز همچنین نشان داد که عضلات مورد مطالعه در دو ایستگاه کاری در زمان صفر (شروع عملیات بافت) هیچگونه تفاوت معناداری از نظر میانگین دامنه فعالیت الکتریکی با هم ندارند. ولیکن بررسی نتایج بدست آمده در طول ۵ بازه زمانی (تناوب زمانی ۳۰ دقیقه) در طول دو ساعت کار بافت نشان داد که میانگین دامنه فعالیت ثبت شده در دار اصلاحی در بیشتر زمان ها ثبت امواج، کمتر از دار سنتی بوده و مقایسه نتایج بدست نیز نشان دهنده اختلاف آماری شدید معنادار در میانگین دامنه فعالیت عضله تراپوزیوس چپ ($p<۰/۰۰۱$)، تراپوزیوس راست ($p<۰/۰۰۱$)، و ارکتوراسپاین راست ($p<۰/۰۰۹$) در دو ایستگاه کاری

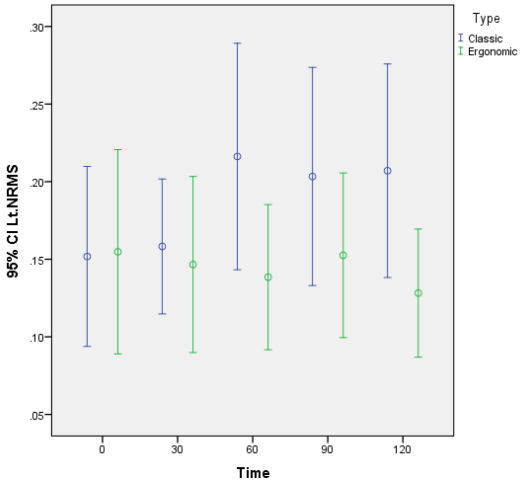
جدول ۲. میانگین و انحراف معیار داده ها در قالب شدت ودامنه فرکانسی فعالیت الکتریکی عضلات

نوع عضله	زمان	0	30	60	90	120	P. value Matching at Time=0	P .value	
	نوع دار	Mean± SE	Mean± SE	Mean± SE	Mean± SE	Mean± SE		زمان	نوع
شدت فرکانسی تراپوزیوس چپ	سنتی	34.53±2.44	34.64±2.46	34.27±2.17	32.48±2.45	34.01±2.38	0.058	**0.038***	0.346
	اصلاحی	34.59±2.54	34.05±2.43	33.81±2.49	33.84±2.32	30.63±2.11			
شدت فرکانسی تراپوزیوس راست	سنتی	34.05±2.52	34.04±2.85	32.37±2.48	32.41±2.54	32.04±2.36	0.535	0.056	0.95
	اصلاحی	33.45±2.45	32.55±2.26	31.98±2.08	31.79±2.33	30.42±2.28			
شدت فرکانسی ارکتور اسپاین چپ	سنتی	36.03±3.39	37.05±3.18	37.44±4.46	41.86±6.23	47.97±7.56	0.539	0.342	**0.001***
	اصلاحی	32.78±2.2	35.48±3.55	40.11±4.73	39.1±7.67	36.86±5.41			
شدت فرکانسی ارکتور اسپاین راست	سنتی	39.01±5.67	30.87±1.69	37.7±6.01	41.14±5.52	39.56±4.06	0.098	**0.021***	0.48
	اصلاحی	42.55±5.21	34.18±2.61	32.92±2.24	39.64±4.47	36.98±3.75			
دامنه فعالیت تراپوزیوس چپ	سنتی	0.15±0.03	0.18±0.03	0.22±0.03	0.2±0.03	0.21±0.03	0.636	0.397	**0.001***
	اصلاحی	0.17±0.04	0.15±0.03	0.15±0.03	0.17±0.03	0.14±0.03			
دامنه فعالیت تراپوزیوس راست	سنتی	0.24±0.03	0.25±0.03	0.32±0.06	0.32±0.05	0.29±0.04	0.910	0.144	**0.001***
	اصلاحی	0.2±0.04	0.21±0.03	0.2±0.03	0.22±0.03	0.21±0.03			
دامنه فعالیت ارکتور اسپاین چپ	سنتی	0.12±0.02	0.11±0.02	0.12±0.02	0.12±0.03	0.09±0.01	0.125	0.132	0.766
	اصلاحی	0.13±0.01	0.08±0.01	0.12±0.02	0.12±0.07	0.11±0.01			
دامنه فعالیت ارکتور اسپاین راست	سنتی	0.09±0.02	0.15±0.03	0.15±0.03	0.13±0.02	0.13±0.03	0.326	0.682	**0.009***
	اصلاحی	0.12±0.01	0.11±0.01	0.09±0.01	0.11±0.09	0.13±0.05			

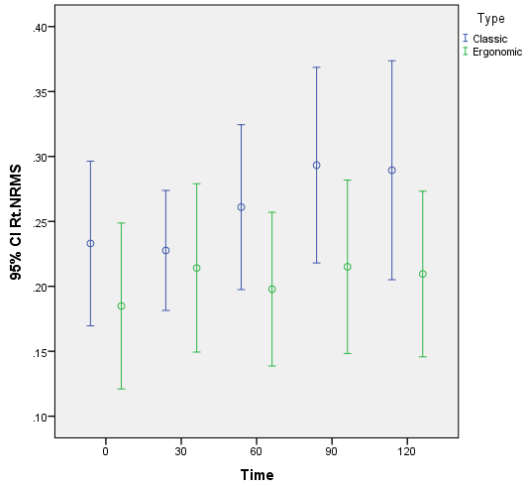
*ارتباط معنی‌دار در سطح ۰/۰۵

مورد مطالعه می باشد (جدول ۲).

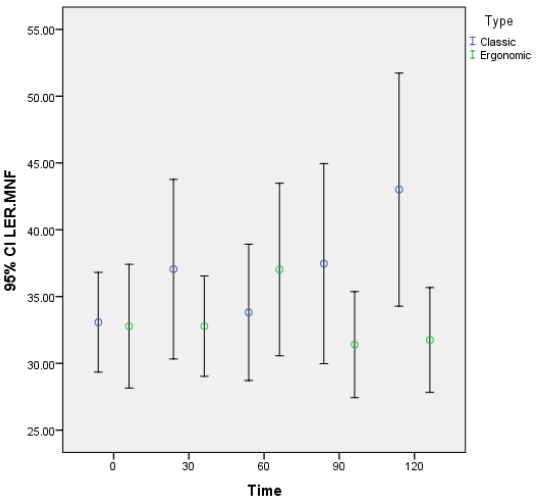
براساس یافته های ارائه شده درجدول ۲ در زمان صفر عوامل شدت فرکانس و دامنه فعالیت الکترومایوگرافی تراپوزیوس چپ و راست و ارکتوراسپاینی چپ و راست در هیچ کدام از دارها با هم تفاوت معنی داری را نشان نمی دهند. براساس یافته های ارائه شده در نمودار شماره ۱، اگرچه در زمان صفر میزان دامنه فعالیت عضله تراپوزیوس چپ در دار اصلاحی و دار سنتی تفاوتی با هم ندارند، ولیکن با شروع عملیات بافت، میزان دامنه فعالیت الکتریکی عضله در دار سنتی افزایش و در دار اصلاح شده کاهش را نشان می دهد. همچنین یافته های ارائه شده در نمودار شماره۲ نیز نشان می دهد که علاوه بر اینکه در زمان صفر میزان دامنه فعالیت الکتریک عضله تراپوزیوس راست در دار سنتی و دار اصلاحی تفاوت معنی داری ندارند ولی با شروع عملیات بافت میزان دامنه فعالیت الکتریکی عضله در دار سنتی روند افزایشی پیدا میکند.



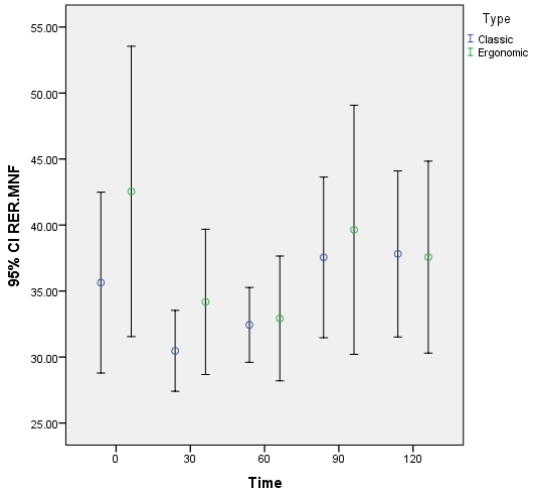
نمودار۱. Error Bar دامنه فعالیت الکتریکی عضله تراپوزیوس چپ در ۵ روند زمانی



نمودار۲. Error Bar دامنه فعالیت الکتریکی عضله تراپوزیوس راست در ۵ روند زمانی



نمودار۳.Error Bar فرکانس اصلی سیگنال الکتریکی عضله ارکتوراسپاین چپ در ۵ روند زمانی



نمودار۴.Error Bar فرکانس اصلی سیگنال الکتریکی عضله ارکتوراسپاین راست در ۵ روند زمانی

یافته های نمودار ۳ که مربوط به شدت فرکانس عضله ارکتور اسپاین چپ نشان می دهد با شروع عملیات بافت، روند تغییرات شدت فرکانس اصلی عضله در دار سنتی و دار اصلاحی با افزایش زمان تفاوت معنی داری را نشان میدهند و در کل این روند برای دار اصلاحی کاهشی و برای دار سنتی افزایشی می باشد. براساس نتایج ارائه شده در نمودار۴، فرکانس اصلی عضله ارکتور اسپاین راست با شروع عملیات بافت، در طول زمان کاری حالت نوسانی داشته، گاهی افزایش وگاهی کاهش را نشان داده، ولی درانتهای زمان کاری، فرکانس اصلی در هر دو دار کاهش را نشان می دهد که میزان این کاهش در دار اصلاح شده نسبت به دار سنتی بیشتر می باشد.

بحث

با توجه به گستردگی صنعت قالی بافی در ایران و اشتغال حجم بالایی از جمعیت کشور (۲۸) به این امر و وضعیت کاری سخت و نامناسب کاری توام با دوره های کاری طولانی مدت (۱۸) در آن، ضرورت بهینه سازی ایستگاههای کاری حیاتی است، که مطالعه حاضر در این راستا طراحی و اجرا شد.

نتایج مطالعه حاضر که حاصل تجزیه و تحلیل داده های الکترومیوگرافی است مشخص کرد که فعالیت عضلات مورد مطالعه (تراپوزیوس و ارکتوراسپاین چپ و راست) تحت تأثیر پوسچر و ایستگاه کاری بوده و این تأثیر در هر۴ عضله مورد مطالعه مشهود می باشد. براساس این نتایج در مقایسه میانگین های RMS که به صورت آنالیز توأم دامنه و طیف فرکانسی با روش اندازه گیری های مکرر مشاهده شد که در تمامی عضلات مورد مطالعه میانگین RMS نرمال سازی شده در ایستگاه دار سنتی بیشتر از دار اصلاحی می باشد، که این تفاوت ها در شدت فرکانسی عضله ارکتوراسپاین چپ و دامنه فعالیت عضلات تراپوزیوس چپ و راست و عضله ارکتور اسپاین راست در دو ایستگاه کاری مورد مطالعه دارای اختلاف آماری معنی دار هستند. بالا بودن میانگین RMS نرمال سازی شده در ایستگاه دار سنتی نسبت به دار اصلاحی با نتایج مرتضوی و همکاران (۱۲) که در مطالعه خود بر روی عضله تراپوزیوس، میانگین RMS نرمال سازی شده در ایستگاه کاری سنتی (نشسته بر روی زمین) را به صورت معنی داری از میانگین RMS در ایستگاه کاری اصلاح شده (نشسته بر روی صندلی) بیشتر یافته اند، همسو می باشد لذا این یافته مشابه نتایج مطالعات دیگر (۱۵ و ۲۷) نشان دهنده تأثیر پوسچر و ایستگاه کار بر فعالیت عضله تراپوزیوس می باشد.

بررسی عضلات مورد مطالعه از طریق آنالیز واریانس به روش اندازه گیریهای مکرر مشخص نمود که عضله تراپوزیوس چپ هنگام کار در دارسنتی، افزایش دامنه فعالیت و کاهش توان فرکانسی داشته که این امر نشان دهنده کاهش فعالیت قابل ملاحظه فیبرهای عضلانی فعال و کاهش نرخ شلیک (Firing Rate) می باشد (۲۹). لذا بدن توسط یک سیستم کنترلی اقدام به جبران این نقیصه و اصلاح امر و در نهایت، انجام کار تکراری با افزایش دامنه فعالیت عضلانی می نماید که این امر نشان دهنده بروز علائم خستگی است. نتایج مطالعات لوتمن و همکاران (۳۰) نشان دهنده ارتباط قوی بین خستگی عضلانی و درد می باشد و چالش اصلی ارگونومیست ها در طراحی ایستگاه های کاری، کاهش اختلالات اسکلتی-عضلانی است (۳۱). لذا پیشنهاد می گردد درمحیط های شغلی، تمام موارد و عوامل تاثیرگذار بر تولید خستگی عضلانی و درد که رابطه معناداری با اختلالات اسکلتی وعضلانی (MSDS) دارند در طراحی ایستگاه های کاری مد نظر قرار گرفته و مدیریت شود تا نه تنها سلامت بافندگان حفظ، بلکه از کاهش عملکرد کاری بافندگان نیز جلوگیری شود.

براساس نتایج مطالعه حاضر هنگام کار در دار اصلاح شده، عضله تراپوزیوس چپ کاهش توام دامنه فعالیت و توان فرکانسی نشان داد. از آنجائیکه کاهش دامنه فعالیت عضلات برای انجام کار تکراری می تواند نشان دهنده توانایی بدن در تحمل بارهای موجود و هماهنگی خود با شرایط باشد و این کار نیز با فعالیت کم عضلانی قابل انجام می باشد، لذا می توان نتیجه گرفت که این امر

(کاهش توام دامنه فعالیت و توان فرکانسی) بیانگر کاهش در نیروی تولیدی توسط عضله می باشد (۲۷).

بر اساس یافته دیگر مطالعه حاضر، عضله تراپوزیوس راست در هر دو دار مورد مطالعه افزایش دامنه فعالیت و کاهش توان فرکانسی داشته، ولیکن میزان این تغییرات در دار سنتی بیشتر از دار اصلاح شده می باشد. با توجه به روش لوتمن (۲۷) که افزایش در دامنه فعالیت (RMS) و کاهش در توان فرکانسی (MPF) عضله را دلیل بر خستگی عضلانی می داند. نتایج بدست آمده نشان دهنده بروز خستگی در عضله تراپوزیس راست در انتهای زمان کاری است. که با نتایج مطالعات مهدوی و همکاران (۱۱) همسو می باشد.

علت بروز خستگی و کاهش نیرو در عضله تراپوزیس راست و چپ در ایستگاه کاری اصلاح شده نسبت به ایستگاه کاری سنتی می تواند به دلیل این باشد که در اکثر کارگاه های قالیبافی کشور که از دارهای مشابه دار سنتی بررسی شده در مطالعه حاضر استفاده می شود؛ اولاً افراد مورد مطالعه (قالیبافان حرفه ای) به کار کردن در این دار و وضعیت بدنی گرفته شده در آن عادت کردند و ثانیاً با توجه به این واقعیت که افراد در حالت نشسته روی زمین در مقایسه با نشسته بر روی صندلی، امکان تغییر وضعیت بدنی و تحرک بیشتری دارند و این امر می تواند به کاهش خستگی عضلات در آنان کمک کند. بعبارت دیگر خو گرفتن و عادت قالیبافان به وضعیت کاری سنتی و امکان تغییر بیشتر وضعیت بدن در این ایستگاه ها می تواند از دلایل کاهش خستگی در بافنده های مورد مطالعه که بافنده های حرفه ای بودند، باشد (۱۴). همچنین اختلاف بدست آمده در میزان فعالیت عضله تراپوزیس چپ و راست نیز می تواند به دلیل میزان فعالیت دست ها با توجه به راست دست بودن تمام قالیبافان مورد مطالعه باشد.

یافته های عضله ارکتور اسپاین چپ نشان داد که دامنه فعالیت عضله در هر دو دار مورد مطالعه کاهش یافته و میزان تغییرات در هر دو دار تاحدودی یکسان می باشد. اما میانگین توان فرکانسی عضله در دار سنتی افزایش داشته و در دار اصلاح شده نیز تقریبا ثابت بوده، که این امر نشان دهنده بازیابی عضله در دار سنتی می باشد، درحالیکه در دار اصلاح شده با توجه به ثبات نسبی توان فرکانسی وکاهش دامنه می توان نتیجه گرفت که میزان این بازیابی کمتر بوده است. براساس نتایج بدست آمده در عضله ارکتور اسپاین راست، دامنه فعالیت و فرکانس اصلی در دار اصلاح شده کاهش یافته، ولی در دار سنتی هر دو (دامنه فعالیت و فرکانس) افزایش داشته است. که این یافته ها نشان دهنده افزایش نیرو در دار سنتی وکاهش نیرو در دار اصلاح شده می باشد. این اختلاف بدست آمده در میزان فعالیت عضله ارکتور اسپاین راست ممکن است به دلیل حرفه ای بودن افراد مورد مطالعه باشد.

لذا با توجه به نتایج بدست آمده از مطالعه حاضر پیشنهاد می شود به منظور بررسی همه جانبه ایستگاه های کاری قالیبافی و بخصوص تاثیر سریع ایستگاه بر فعالیت الکتریکی عضلات، مطالعات بیشتری در دیگر عضلات در نواحی تنه، کمر و اندام تحتانی و در طی بازه های کاری طولانی تر بر روی بافندگان مبیدی انجام گیرد.

مطالعه حاضر همچون مطالعات دیگر بررسی کننده وظایف کاری واقعی دارای محدودیت هایی متعددی است، که محدودیت اول آن بعلت عدم امکان کنترل دقیق اثرات سطح مهارتی بافندگان شرکت کننده در مطالعه بوده که با وجود سوابق کاری مشابه، بافندگان دارای سطوح مهارتی متفاوت بودند. محدودیت دوم ناشی از تأثیرگذاری استرس ذهنی شرکت کنندگان در مطالعه بر داده های ثبت شده است که این استرس ذهنی می تواند ناشی از تغییر محیط کاری آنان باشد. محدودیت سوم مربوط به مختصات و نوع دار قالی(دار اصلاحی) مورد استفاده در مطالعه باشد که از نوع عمودی با ابعادی خاص بوده که این تغییر در مختصات دار نسبت به دار سنتی امکان دارد بر نتایج مطالعه تاثیر بگذارد (۱۱). محدودیت بعدی مربوط به تأثیرگذاری فاکتورهای روانی-اجتماعی بر میزان تنش عضلانی می باشد. از

آنجائیکه براساس نتایج مطالعات فاکتورهای فیزیکی قادر به تأثیرگذاری بر میزان تنش عضلانی هستند، لذا فاکتورهای روانی-اجتماعی نیز می توانند بر میزان تنش عضلات اندام های فوقانی تأثیرگذار باشند (۳۲)، که این فاکتورها می تواند شامل مواردی همچون سطح دقت مورد نیاز در انجام وظایف، سرعت کار، پیچیدگی وظایف و فاکتورهای اجتماعی باشند (۳۳-۳۵).

نتیجه گیری

براساس نتایج بدست آمده از مطالعه حاضر می توان نتیجه گرفت که ایستگاه کاری با دار اصلاح شده برای فعالیت عضله تراپوزیوس مناسب بوده و برای عضلات ناحیه کمر نیز در ظاهر امر استفاده از ایستگاه سنتی مزیت دارد، اما از آنجائیکه افراد مورد بررسی در این مطالعه بافنده های حرفه ای با سابقه کاری بالایی بودند و احتمال عادت به یک نوع وضعیت کاری (حالت نشسته بر روی زمین) در آنان می تواند بر میزان فعالیت عضلاتشان تاثیرگذار باشد، در رابطه با مناسب و نامناسب بودن استفاده از دار سنتی نمی توان بصراحت اظهار نظر کرد. اما با توجه به نتایج مطالعه حاضر می توان گفت که ایستگاه کاری اصلاح شده نسبت به دار سنتی ارجعیت دارد. ولیکن اصلاح وضعیت های کاری، استفاده از نشمینگاه های ارگونومیک و آموزش پوسچرهای درست نشستن به بافندگان می تواند نقش عمده ای در پیشگیری از بیماریهای اسکلتی عضلانی داشته باشد (۳۶-۳۷) توصیه می گردد. همچنین با توجه به اینکه افراد مورد مطالعه در پژوهش حاضر از میان بافنده های حرفه ای با سابقه کاری بالایی بودند، لذا پیشنهاد می گردد جهت مشاهده تاثیر سریع تغییر ایستگاه های کاری، انجام مطالعات بیشتر، بخصوص بر روی افراد قالیباف مبتدی و در بازه های زمانی مختلف طراحی و انجام شود.

تضاد منافع

هیچگونه تضاد منافعی برای نویسندگان این مقاله وجود ندارد.

تشکر و قدردانی

این پژوهش در قالب طرح پایان نامه کارشناسی ارشد با پشتیبانی مالی معاونت تحقیقات و فناوری دانشگاه علوم پزشکی تبریز انجام یافته است، که بدین وسیله نهایت تشکر و قدردانی به عمل می آید. همچنین از تمامی قالیبافان زحمتکش شرکت کننده در مطالعه که ما را در انجام این تحقیق یاری نمودند، کمال قدردانی و سپاسگزاری به عمل می آید.

REFERENCES

1. Choobineh A, Lahmi MA, Shahnavaz H, KhaniJazani R, Hosseini M. Musculoskeletal symptoms as related to ergonomic factors in Iranian hand-woven carpet industry and general guidelines for workstation design. International Journal of Occupational Safety and Ergonomics. 2004;10(2): 157–168
2. Baghiani Moghadam MH, Aminipour MR, Ehrampoush MH, Vakili M, Dehghani MH, Fazelpour SH, Mosalman H. A Survey on the Relation between satus of the Environmental Health and Health of the Carpet Workers in Rural of Mehriz-Yazd Iran. The journal of tolooe-behdasht. 2010; 9(2-3): 86-96. [In Persian]
3. Afshari1 D, Motamedzade M, Soltanian AR. Estimation of cumulative compression load on the l4/l5 lumbar of carpet weavers through direct measurement of trunk posture and direct observation during a shift work. Iran Occupational Health. 2015; 12(2):62-69 [In Persian]
4. Safari Variani A, Vermiziar S, Norouzi F, Amini M. Design and manufacture of system for 66 measurement lumbar lordosis and evaluation that efficiency with Delmax index. JHSW. 2012; 1 (2) :11-16
5. Choobineh A. Postural assessment methods in occupational ergonomics. Fanavara publisher 2004; 1-221. [In Persian]
6. Meena ML, Danagayach GS, hardwaj AB. impact of Ergonomic Factor in Handicaft

industries. International Conference on Mechanical, Production and Automobile Engineering(ICMPAE'2011)

Pattaya Dec; 2011: 247-249.

7. Nazari J, Mahmoudi N, Dianat I, Graveling R. Working Conditions in Carpet Weaving Workshops and Musculoskeletal Complaints among Workers in Tabriz – Iran. Health Promot Perspect 2012; 2 (2):265-273.
8. Motamedzade M, Moghimbeigi A. Musculoskeletal disorders among female carpet weavers in Iran. Ergonomics. 2012;55(2):229-36.
9. Choobineh AR, Hosseini M. Lahmi MA, Khani Jazanid R,Shahnavaz H. Musculoskeletal problems in Iranian hand-woven carpet industry Guidelines for workstation design. Applied Ergonomics. 2007; 38:617–624
10. 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.
11. 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. [In Persian]
12. Mortazavi N, Allahyari T, Khalkhali HR, Sanjari MA. Subjective and objective assessment of shoulder muscle fatigue on two carpet weaving workstations, Iran Occupational Health. 2014; 11(3):48-58[In Persian]
13. Allahyari T, Mortazavi N, Khalkhali HR, Sanjari MA. Shoulder girdle muscle activity and fatigue in traditional and improved design carpet weaving workstations. Int J Occup Med Environ Health. 2016;29(2):345-54.
14. Straker L, Mekhora K. An evaluation of visual display unit placement by electromyography, posture discomfort and preference. International Journal of Industrial Ergonomics. 000;26(3):389-398
15. Seghers J, Jochem A, Spaepen A. Posture,muscle activity and muscle fatigue in prolonged VDT work at different screen height settings. Ergonomics. 2003;46(7):714-30.
16. Minoo Nejad H ,Radjabi R ,Rahimi A ,Samadi H. The relationship between maximum EMG activity and fatigue of erectro-spaine muscles with chest and waist curvature. Olympic quarterly. 2009;17:2
17. Mazloomi A, Keikhamaddam A A, Tabatabai S F, Mokhtari Nia H R. Ergonomic evaluation of occupational low back pain using digital human modeling (DHM) and proposing its preventive countermeasures in one of car manufacturing industry. JHSW. 2012;1(1):31-38.
18. Espinoza LA, Monge-Nájera J. Lighting and noise level in the central facilities of the Costa Rican DistanceEducation University: health implications for staff and students. Res J Costa Rican Distance Edu Uni 2010; 2(1).
19. Kumar S, Mital A. Electromyography In Ergonomics: Taylor & Francis; 1996.
20. Brookham RL, Wong JM, Dickerson CR. Upper limb posture and submaximal hand tasks influence shoulder muscle activity. Int J Ind Ergonom. 2010;40:337–344.
21. Garg A, Hegmann K, Kapellusch J. "Short cycle overhead work and shoulder girdle muscle fatigue". International Journal of Industrial Ergonomics. 2006;36(6):581-97.
22. Fowler NE, Lees A. Reilly T. Changes in stature following polymeric drop jump and pendulum exercises. Ergonomics 1997; 40(12):1279-1286.
23. The ABC of EMG A Practical Introduction to Kinesiological Electromyography Peter Konrad Version 1.4 March 2006
24. Xia T, Ankrum JA, Spratt KF, Wilder DG. Seated human response to simple and complex impacts: Para spinal muscle activity. International Journal of Industrial Ergonomics. 2008;38(9):767-74.
25. Jayne BC, Lauder GV, Reilly SM, Wainwright PC. The effect of sampling rate on the analysis of digital electromyograms from vertebrate muscle. J Exp Biol. 1990;154:557-65.
26. Lehman, GJ., McGill, SM. (1999). The importance of normalization in the interpretation of surface electromyography: A proof of principle. J Manipulative and Physiol Ther. 22 (7): 444-446.
27. Luttmann A, Jager M, Laurig W. Electromyographical indication of muscular fatigue in occupational field studies. Journal of International Ergonomics, 2000;25(6):645-60
28. Daneshgar A. 27 carpet articles: the craft of carpet- carpet weaving in Iran. Jahantab

publisher 2005; 1-164. [In Persian]

29. Luttmann A. Physiological basis and concepts of electromyography. Electromyograph Ergo. 1996;39(3):51-95.
30. 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.
31. Wells R, Mathiassen SE, Medbo L, Winkel J. Time--a key issue for musculoskeletal health and manufacturing. Appl Ergon. 2007;38(6):733-44.

32. Larsson SE, Larsson R , Zhang Q, Cai H, Oberg PA. Effects of psy-chophysiological stress on trapezius muscles blood flow and elec-tromyography during static load. Eur J Appl Physiol Occup Physiol. 1995;71(6):493-8.
33.Arndt R . Work pace, stress, and cumulative trauma disorders. J Hand Surg Am. 1987;12(5 Pt 2):866-9.
34. Nimbarte AD, Al Hassan MJ, Guffey SE, Myers WR. Influence of psy-chosocial stress and personality type on the biomechanical loading of neck and shoulder muscles. Int J Indust Ergo. 2012;42(5):397-405.
35. 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.
36. Agha SR. School furniture match to students' anthropometry in the Gaza Strip. Ergonomics. 2010;53(3):344-54
37. Yanto E, Situmorang H, Siringoringo H, Deros B, editors. Mismatch between school furniture dimensions and student's anthropometry (A Cross-Sectional Study in an Elementary School, Tangerang, Indonesia). Proceedings of the 9th AsiaPasific Industrial Engineering & Management Systems Conference; 2008.