Journal of Ergonomics | ISSN: 1735-1960

Muscular Activity Assessment of Common Welding Postures in Welders of Gas Transmission Pipelines

Reza Tahmasebi[1], Majid Motamedzade [2], Sadaf Torkashvand[3], Mehrdad Anbarian[4,*], Maryam Farhadian[5]

1. MSc Student, Department of Ergonomics, School of Public Health, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran
2. Professor, Department of Ergonomics, School of Public Health, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran
3. MSc Student, School of Health, Safety and Environment, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran
4. Professor, Department of Sport Biomechanics, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Bu Ali Sina University, Hamadan, Iran
5. Assistant Professor, Department of Biostatistics, Modeling of Noncommunicable Diseases Research Center, School of Public Health, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran

Article Info

Original Article

Received: 15 Jan 2018;
Accepted: 19 May. 2018;
Published Online 2018/05/19
DOI: 10.30699/jergon.5.4.17

Use your device to scan and read the article online

Corresponding Author
Mehrdad Anbarian
Professor, Department of Sport Biomechanics, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Bu Ali Sina University, Hamadan, Iran
Email:
mehrdadanbarian36@gmail.com

ABSTRACT

Background: Many workers, especially welders, have awkward postures during their working hours. Evaluating such kind of postures is done with the aim of corrective actions. Therefore, the present study was conducted to evaluate the activity of welder's muscles in common welding postures working on gas transmission pipelines.

Methods: This cross-sectional descriptive-analytical study was performed on 15 welders of the Iranian Gas Transmission Co. After the required analysis, three postures that were most used working on the gas transmission pipelines were identified to evaluate muscle activity. The surface electromyography (EMG) activity of the erector spinae, biceps femoris, vastus medialis, gastrocnemius medialis, gastrocnemius lateralis, tibialis anterior, rectus abdominis, abdominal internal oblique, abdominal external oblique, and semitendinosus muscles are evaluated in three postures. They are analyzed based on the maximum voluntary contraction (MVC).

Results: The results indicated that the mean of muscle activity in the kneeling posture is significantly lower than two other postures (P<0.001). The mean activity of each muscle in different postures were compared and evaluated. The highest activity was related to the tibialis anterior, vastus medialis and biceps femoris. Abdominal muscles have the lowest activity.

Conclusion: The muscle activity of the welders in the evaluated postures was very high. Based on the findings of this study, the muscle activity was strongly affected by the type of posture and angle of the joints, so the muscles' activity in the kneeling posture was lower than the two other postures due to the suitable angle of joints and the direct transmission of body weight.

Keywords: Surface Electromyography, Posture, Welding, Muscle Activity

Copyright © 2018, Journal of Ergonomics. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-noncommercial 4.0 International License which permits copy and redistribute the material just in noncommercial usages, provided the original work is properly cited.

How to Cite This Article:

Tahmasebi R, Motamedzade M, Torkashvand S, Anbarian M, Farhadian M. Muscular Activity Assessment of Common Welding Postures in Welders of Gas Transmission Pipelines . J Ergon. 2018; 5 (4): 17-25

مجله ارگونومی - ۱۹۶۰-۱۷۳۵ - سال ۵، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۶

مقالهٔ پژوهشی

ارزیابی فعالیت عضلات جوشکاران در پوسچرهای رایج جوشکاری در خطوط انتقال گاز

رضا طهماسبی[۱]، مجید معتمدزاده [۲]، صدف ترکاشوند[۳] ، مهرداد عنبریان [۴*]، مریم فرهادیان[۵]

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه ارگونومی، دانشکدهٔ بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران
۲. استاد، گروه ارگونومی، دانشکدهٔ بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران
۳. دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشکدهٔ سلامت، ایمنی و محیط‌زیست، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران
۴. استاد،گروه بیومکانیک ورزشی، دانشکدهٔ تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران
۵. استادیار، گروه آمار زیستی، دانشکدهٔ بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران

اطلاعات مقاله

دریافت: ۱۳۹۶/۱۰/۲۵
پذیرش: ۱۳۹۷/۰۲/۲۹
انتشار آنلاین: ۱۳۹۷/۰۲/۲۹

نویسندهٔ مسئول:
مهرداد عنبریان
استاد، گروه بیومکانیک ورزشی، دانشکدهٔ تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران
پست الکترونیک:
mehrdadanbarian36@gmail.com

برای دانلود این مقاله، کد زیر را با موبایل خود اسکن کنید.

خلاصه

زمینه و هدف: بسیاری از کارگران از جمله جوشکاران، در طول نوبت‌کاری و هنگام کار پوسچرهای نامناسبی دارند، بررسی چنین پوسچرهایی به منظور انجام اقدامات اصلاحی اهمیت بسزایی دارد. از این رو مطالعهٔ حاضر با هدف ارزیابی فعالیت عضلات جوشکاران در پوسچرهای رایج جوشکاری در خطوط انتقال گاز انجام شد.

روش‌کار: این مطالعهٔ مقطعی از نوع توصیفی ـ تحلیلی روی ۱۵ نفر از جوشکاران منطقهٔ هفت عملیات انتقال گاز انجام شد. پس از انجام بررسی‌های لازم، سه پوسچر که بیشترین استفاده را در خطوط انتقال گاز داشتند، به منظور ارزیابی فعالیت عضلات شناسایی شد. فعالیت الکترومیوگرافی سطحی عضلات راست کنندهٔ ستون مهره‌ای، دوسر رانی، پهن داخلی، دوقلوی داخلی، دوقلوی خارجی، درشت‌نی قدامی، راست شکمی، مایل داخلی شکم، مایل خارجی شکم و نیم وتری در سه پوسچر در این مطالعه ثبت و براساس حداکثر انقباض ارادی (MVC) تجزیه و تحلیل شد.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که میانگین فعالیت عضلات در پوسچر زانوزده به صورت معناداری نسبت به دو پوسچر دیگر کمتر بود ($P<۰/۰۰۱$). مقایسهٔ میانگین فعالیت هر عضله در پوسچرهای ارزیابی شده نشان داد که بیشترین فعالیت مربوط به عضلات درشت‌نی قدامی، پهن داخلی و دوسر رانی بود. عضلات شکم کمترین فعالیت را داشتند.

نتیجه گیری: فعالیت عضلات جوشکاران در پوسچرهای ارزیابی شده بسیار بالا بود. براساس یافته‌های این مطالعه، فعالیت عضلات به‌شدت تحت تأثیر نوع پوسچر و زاویهٔ مفاصل بود. به‌طوری‌که فعالیت عضلات در پوسچر زانوزده با توجه به زاویه مناسب مفاصل و انتقال مستقیم نیروی وزن بدن نسبت به دو پوسچر دیگر کم بود.

کلیدواژه‌ها: الکترومیوگرافی سطحی، پوسچر، جوشکاری، فعالیت عضله

مقدمه

امروزه شیوع اختلالات اسکلتی عضلانی میان کارگران صنایع مختلف زیاد است و این امر علاوه بر به خطر انداختن سلامت کارگران و هزینه‌های زیاد درمان، یکی از دلایل اصلی مرخصی استعلاجی و از کارافتادگی کارگران در صنایع است [۱-۴]. مطالعات روی شناسایی عوامل ایجاد کنندهٔ این اختلالات در مشاغل مختلف نشان داده‌اند که ریسک فاکتورهای فیزیکی در محیط کار از جمله پوسچرهای کاری نامناسب، حرکات تکراری، اعمال نیروی شدید و ارتعاش، از عوامل اصلی ایجادکنندهٔ این اختلالات هستند [۵،۶]. پوسچرِکاری تأثیر چشمگیری بر کارایی و عملکرد کارگران دارد و به‌طور مستقیم با سلامتی آنها در ارتباط است. تحقیقات انجام شده در این زمینه نشان داده‌اند که رابطهٔ نزدیکی بین پوسچر کاری و شیوع اختلالات اسکلتی عضلانی وجود دارد، به‌گونه‌ای که پوسچر کاری نامناسب منجر به افزایش بروز این اختلالات می‌شود [۷]. وضعیت بدنی نامناسب می‌تواند منجر به تنش مکانیکی موضعی در عضلات، رباط‌ها و مفاصل شود که این امر سبب ناراحتی در قسمت‌های مختلف سیستم اسکلتی عضلانی می‌شود [۸]. مطالعاتی که روی پوسچرهای کاری و اختلالات اسکلتی عضلانی در بخش‌های مختلف بدن انجام شده، نشان داده‌اند که به عنوان مثال نگه‌داشتن طولانی مدت بازو در ارتفاع بالای شانه منجر به آسیب‌های شانه می‌شود. همچنین زانوزدن برای مدت زمان طولانی باعث

آسیب در زانو شده و خم‌کردن و چرخاندن تنه یکی از دلایل اصلی کمردرد شناخته شده است [۹،۱۰]. پوسچر نامناسب با تأثیر بر فعالیت عضلات به‌منظور حفظ وضعیت بدنی منجر به افزایش بیش از حد فعالیت آنها شده و این امر سبب آسیب و دردهای اسکلتی ـ عضلانی می‌شود [۱۱].

بسیاری از آسیب‌های ناشی از جوشکاری به‌خاطر پایین بودن سطح فرایندهای اتوماسیونی و نیاز به تلاش بدنی مداوم از سوی اپراتورها رخ می‌دهد. اغلب وظایف و روش‌های جوشکاری نیازمند انواع حرکات خم شدن، کشش و ایستادنِ مداوم هستند [۱۲]. در فرایند جوشکاری عوامل ایجاد کنندهٔ اختلالات اسکلتی عضلانی نظیر وضعیت‌های بدنی نامناسب و حرکات تکراری به‌وفور مشاهده می‌شود. مطالعات انجام شده نشان داده‌اند که شیوع اختلالات اسکلتی عضلانی اندام فوقانی، در این حرفه بسیار زیاد است [۱۳]. جوشکاران به منظور انجام فرایند جوش و دیدن محل جوش مجبورند برای مدت زمان طولانی در وضعیت بدنی نامطلوبی قرار بگیرند. در بررسی‌های انجام شده مشخص شده است که جوشکاران، اکثر مواقع، در حال کار کردن در حالت نشسته و با تنهٔ خم شده به سمت جلو هستند [۱۴]. همچنین مشخص شد که یکی از عوامل اصلی کمردرد بین جوشکاران، بلندکردن اجسام سنگین با نیروی زیاد و بار کاری زیاد در این شغل است [۱۵].

جوشکارانی که در خطوط انتقالِ صنایع نفت و گاز مشغول به کار هستند با توجه به شرایط کاری، مجبور به جوشکاری در ارتفاع پایین و نزدیکِ سطح زمین هستند که این امر سبب می‌شود در هنگام کار، پوسچرهای نامناسبی داشته باشند. از جمله پوسچرهایی که جوشکاران برای کار در ارتفاع پایین‌تر از کمر استفاده می‌کنند، پوسچرهای تنهٔ خمیده به جلو و زانوزده است. این پوسچرها که بیشتر به دلیل کمبود فضا یا شرایط کاری استفاده می‌شوند در صنایع دیگر از جمله صنایع کشتی‌سازی، خطوط مونتاژ خودرو، مزارع، تعمیرات ماشین و صنایع پتروشیمی نیز یافت می‌شوند. در ارگونومی روش‌های مختلفی برای ارزیابی پوسچرهای کاری وجود دارد. الکترومیوگرافی یکی از روش‌هایی است که به‌گستردگی در مطالعات ارگونومیک استفاده می‌شود [۱۶]. این روش، اغلب برای تجزیه و تحلیل عملکرد عضلات در طول انجام یک وظیفهٔ خاص استفاده می‌شود و در آن عملکرد عضلات براساس آنالیز سیگنال‌های الکتریکی حاصل از انقباض‌های عضلانی مطالعه می‌شود [۱۷،۱۸].

با توجه به اهمیت کار جوشکاران در خطوط انتقال گاز و لزوم فراهم کردن شرایط کاری مناسب برای آنان، شناسایی و ارزیابی پوسچرهای کاری جوشکاران به منظور انجام اقدامات اصلاحی و بهبود شرایط کاری اهمیت بسزایی دارد. متاسفانه مطالعات اندکی در این زمینه انجام شده است و اغلب مطالعات انجام شده نیز به صورت پرسش‌نامه‌ای بوده که اطلاعات کلی دربارهٔ پوسچرهای کاری ارایه داده‌اند. پس مطالعهٔ حاضر با هدف شناسایی پوسچرهای رایج جوشکاری در خطوط انتقال گاز و ارزیابی فعالیت عضلات جوشکاران در پوسچرهای شناسایی شده با استفاده از الکترومیوگرافی انجام شد.

روش کار

آزمودنی‌ها

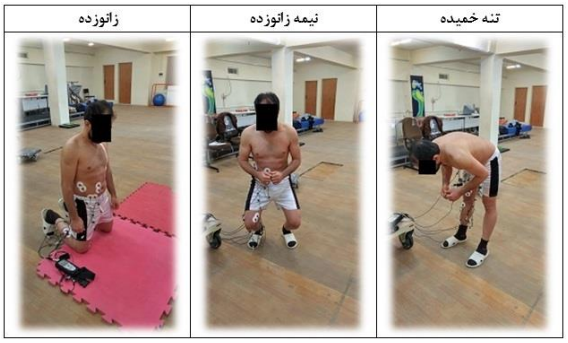
این مطالعهٔ مقطعی از نوع توصیفی ـ تحلیلی روی جوشکاران منطقهٔ هفت عملیات انتقال گاز انجام شد. نمونهٔ آماری این مطالعه شامل ۱۵نفر (مرد) جوشکار با حداقل ۲سال سابقهٔ کار با محدودهٔ سنی بین ۲۹ تا ۴۳ سال (میانگین سن ۳۸/۹ و انحراف استاندارد ۴/۷ سال) بودند که به روش نمونه گیری آسان یا در دسترس انتخاب شدند. شرکت‌کنندگان در آزمون هیچ‌گونه سابقهٔ بیماری یا اختلالات اسکلتی عضلانی در قسمت کمر و اندام‌های تحتانی نداشتند. این مطالعه با تأیید مرکز پژوهش شرکت انتقال گاز و با کسب رضایت‌نامهٔ کتبی از افراد شرکت‌کننده در آزمون، انجام شد. اطلاعات دموگرافیک افراد شرکت‌کننده در مطالعه در جدول ۱ ارائه‌شده است.

جدول ۱. اطلاعات دموگرافیک افراد شرکت‌کننده در مطالعه

متغیر	دامنه	حداقل	حداکثر	میانگین	انحراف استاندارد
سن	۱۴	۲۹	۴۳	۳۸/۹۳	۴/۷۱
وزن	۱۸	۶۹	۸۷	۷۶	۵/۸۴
قد	۱۳	۱۶۸	۱۸۱	۱۷۵	۴/۲۷
سابقهٔ کار	۱۷	۲	۱۹	۷/۸۶	۵/۱۵
مدت زمان کار روزانه	۴	۸	۱۲	۹	۱/۰۶

پوسچرهای ارزیابی‌شده

با بررسی فرایند جوشکاری در خطوط انتقال گاز، مصاحبه با جوشکاران و همچنین بررسی عکس‌ها و فیلم‌های تهیه شده از آنها هنگام جوشکاری در مناطق عملیاتی، پوسچرهای غالبی که جوشکاران هنگام کار داشتند شناسایی شد. این پوسچرها شامل سه پوسچر تنهٔ خمیده به سمت جلو (تنهٔ با زاویهٔ ۹۰ درجه نسبت به محور عمودی بدن)، پوسچر نیمه زانوزده (زاویهٔ فلکشن زانو ۱۲۰ درجه) و پوسچر زانوزده (هر دو زانوی فرد روی زمین قرار دارد و تنهٔ بدون زاویه نسبت به محور عمودی بدن) بودند. پوسچرهای ارزیابی شده در مطالعه، در شکل ۱ نشان داده شده است.

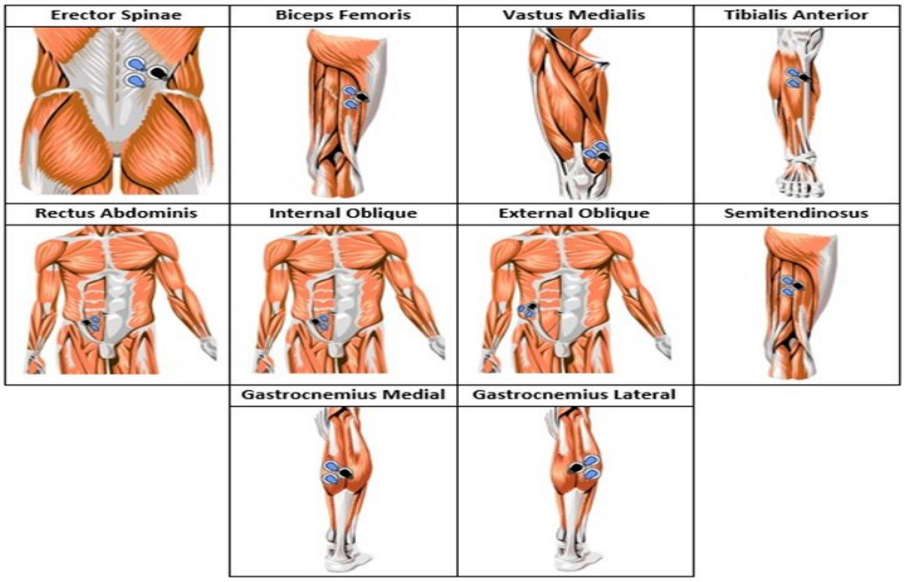


شکل ۱. پوسچرهای ارزیابی شده در مطالعه

طراحی مطالعه

ابتدا به شرکت‌کنندگان در آزمایش (جوشکاران شرکت گاز) شرح مختصری دربارهٔ هدف از مطالعه، روش‌ها و فرایند آزمایش ارائه شد. سپس تجهیزات آزمایش و پوسچرهای ارزیابی شده معرفی شدند. پس از آماده‌شدن آزمودنی‌ها برای آزمایش، الکترودها براساس دستورالعمل SENIAM [۱۹] مطابق با شکل ۲، روی عضلات ارزیابی شده به‌منظور ثبت فعالیت عضلات در سه پوسچر بررسی شده نصب شدند. مدت زمان در نظر گرفته شده برای ارزیابی هر پوسچر ۱ دقیقه بود. برای جلوگیری از خستگی عضلات بعد از ارزیابی هر پوسچر، برای فرد استراحت ۱۵ دقیقه‌ای در نظر گرفته شد. عضلات درگیر در پوسچرهای ارزیابی شده با توجه به بررسی‌های انجام شده و مطالعات قبلی تعیین شد [۲۰] که شامل عضلات راست‌کنندهٔ ستون مهره‌ای (ارکتواسپاین)، دوسر رانی، پهن داخلی، دوقلوی داخلی، دوقلوی خارجی، درشت‌نی قدامی، راست شکمی، مایل داخلی شکم، مایل خارجی شکم و نیم وتری بودند. سیگنال‌های الکترومیوگرافی سطحی با استفاده از سیستم ۱۶ کاناله ME6000 ساخت کشور فنلاند با مبدل ۱۴ بیتی A/D و نسبت سیگنال به نویز ۱۱۰ دسی‌بل و با فرکانس نمونه‌گیری 1000HZ جمع‌آوری شد. در این مطالعه از الکترودهای Ag/AgCl حاوی ژل و چسب رسانا با قطر ۱ سانتی‌متر و در آرایش دوقطبی (دو الکترود ثبت‌کننده سیگنال و یک الکترود زمین) استفاده شد. داده‌ها ابتدا به‌طور مستقیم از الکترودهای سطحی به گیرنده‌ای انتقال می‌یافت که در نزدیکی فرد قرار داشت، سپس از راهِ ارتباط بی‌سیم به کامپیوتر منتقل می‌شد. به منظور کاهش امپدانس پوست ـ الکترود، پس از آماده کردن پوست (تراشیدن مو، مالش پوست با پنبهٔ آغشته به الکل) مطابق دستورالعمل SENIAM محل دقیق نصب الکترودها برای کسب سیگنال‌های قوی‌تر و باکیفیت بهتر مشخص شد [۲۱].

از آنجا که مقادیر اولیهٔ RMS(Root Main Square) عضلانی براساس نوع عضلات متفاوت بود، برای مقایسهٔ فعالیت عضلات با یکدیگر نرمال‌سازی داده‌ها انجام شد. برای نرمال‌سازی مقادیر RMS، از مقادیر حداکثر انقباض ارادی (MVC) عضلات استفاده شد. برای انجام این آزمون از حرکات مختلفی برای ایجاد حداکثر انقباض استفاده شد. به عنوان مثال برای عضلات دوقلو، آزمودنی حرکت پلانتار فکشن را در حالت نشسته روی صندلی با مچ پا در زاویهٔ ۹۰ درجه در برابر مقاومت ثابت انجام داد، برای عضلات شکم از آزمودنی خواسته شد که روی زمین دراز بکشد و حرکت دراز نشست را در جهات مختلف انجام دهد و همزمان فرد دیگری به‌منظور ایجاد مقاومت، با اعمال نیرو، از انجام حرکت ممانعت می‌کرد و برای عضلهٔ کمر نیز از آزمودنی خواسته شد که روی زمین به شکم دراز بکشد و در حالی که پاهایش فیکس شده بود تنهٔ خود را به بالا حرکت دهد (اکستنشن تنه)، همزمان برای ایجاد مقاومت با اعمال نیرو از حرکت تنهٔ فرد ممانعت می‌شد. پس از آموزش نحوهٔ انقباض هر عضله به فرد، از وی خواسته شد تا به‌صورت آهسته افزایش نیرو را آغاز کرده و در مدت ۳ تا ۵ ثانیه آن را به حداکثر مقدار خود برساند و به مدت ۳ ثانیه در همان وضعیت نگه دارد. ثبت حداکثر انقباض ارادی در این ۳ ثانیه انجام می‌شد. این پروسه بعد از پنج دقیقه استراحت، دو تا سه بار تکرار شد و بهترین انقباض برای انجام نرمال‌سازی استفاده شد.



شکل ۲. محل نصب الکترودها مطابق دستورالعمل SENIAM

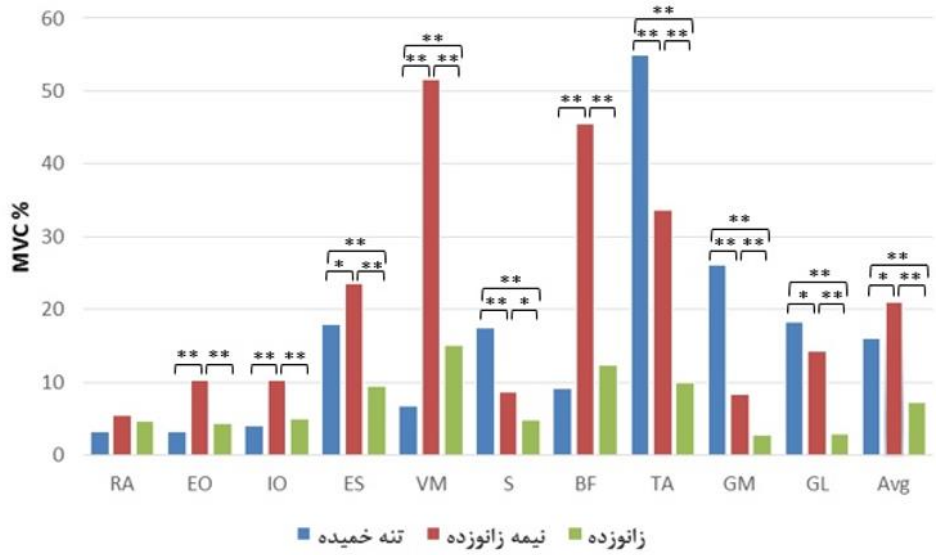
تجزیه و تحلیل داده‌ها

شاخص الکترومیوگرافی استفاده شده در این مطالعه، نسبت RMS/MVC بود. برای نرمال‌سازی اطلاعات خام به‌دست‌آمده از الکترودهای سطحی، از نرم‌افزار Mega Win 3.0.1 و فیلتر میان‌گذر ۱۰ تا ۴۵۰ هرتز استفاده شد. برای تجزیه‌وتحلیل آماری داده‌ها، نرم‌افزار SPSS22 و روش آماری توصیفی و استنباطی استفاده شد. از آمار توصیفی برای تعیین میانگین، انحراف معیار و در بخش آمار استنباطی از آزمون آنالیز واریانس ANOVA استفاده شد. در تمام آنالیزها سطح معنی‌داری کمتر از ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

داده‌های حاصل از فعالیت عضلات افراد شرکت‌کننده در آزمایش در سه پوسچر ارزیابی و جمع‌آوری شده و پس از نرمال‌سازی، برحسب شاخص %MVC تجزیه‌وتحلیل شد. نتایج حاصل از تجزیه‌وتحلیل داده‌ها در شکل ۳ نشان داده شده است. همان‌گونه که ملاحظه می‌شود، در بین پوسچرهای بررسی شده، بیشترین میانگین فعالیت عضلات مربوط به وضعیت نیمه زانوزده با میانگین فعالیت ۲۱/۱ درصد و کمترین فعالیت عضلات مربوط به پوسچر زانوزده با میانگین فعالیت ۷/۳ درصد بود. نتایج بررسی فعالیت عضلات نشان داد که پنج عضله (مایل خارجی شکم، مایل داخلی شکم، راست کنندهٔ ستون مهره‌ای، پهن داخلی و دوسررانی) در پوسچر نیمه زانوزده نسبت به دو پوسچر دیگر فعالیت بیشتری داشتند ($P<۰/۰۰۱$). چهار عضله (نیم وتری، درشت نی قدامی، دوقلوی داخلی و خارجی) نیز در پوسچر تنهٔ خمیده بیشترین فعالیت را داشتند ($P<۰/۰۰۱$). در بررسی فعالیت عضلهٔ راست شکمی تفاوت معناداری بین سه پوسچر مشاهده نشد.

در پوسچر تنهٔ خمیده، عضلات درشت‌نی قدامی با میانگین فعالیت ۵۵ درصد و دوقلوی داخلی با میانگین ۲۶/۲ درصد و در پوسچر نیمه زانوزده، عضلهٔ پهن داخلی با میانگین فعالیت ۵۱/۶ درصد، عضلهٔ دوسر رانی با ۴۵/۵ درصد، عضلهٔ درشت‌نی قدامی با ۳۳/۷ درصد و عضلهٔ راست کنندهٔ ستون مهره‌ای با ۲۳/۵ درصد بیشترین فعالیت را داشتند. مقایسهٔ معناداریِ فعالیت عضلات بین پوسچرها نشان داد که میانگین فعالیت عضلات در پوسچر نیمه زانوزده به صورت معناداری نسبت به دو پوسچر دیگر بالاتر بود ($P<۰/۰۰۱$). در پوسچر زانوزده، پنج عضله شامل عضلات راست کنندهٔ ستون مهره‌ای، نیم وتری، درشت‌نی قدامی، دوقلوی داخلی و دوقلوی خارجی نسبت به دو پوسچر دیگر فعالیت کمتری داشتند ($P<۰/۰۰۱$).



شکل ۳. مقایسهٔ میانگین فعالیت عضلات بررسی شده در پوسچرهای مختلف براساس شاخص MVC %
اختصارات: RA: عضلهٔ راست شکمی؛ EO: عضلهٔ مایل خارجی شکم؛ IO: عضلهٔ مایل داخلی شکم؛ ES: عضلهٔ راست کنندهٔ ستون مهره‌ای؛ VM: عضلهٔ پهن داخلی؛ S: عضلهٔ نیم وتری؛ BF: عضلهٔ دوسررانی؛ TA: عضلهٔ درشت‌نی قدامی؛ GM: عضلهٔ دوقلوی داخلی؛ GL: عضلهٔ دوقلوی خارجی. سطح معناداریِ کمتر از ۰/۰۵ با (*) و کمتر از ۰/۰۰۱ با (**) نشان داده شده است.

بحث

این مطالعه با هدف شناسایی پوسچرهای رایج جوشکاری در خطوط انتقال گاز و ارزیابی فعالیت عضلات جوشکاران در پوسچرهای شناسایی شده انجام شد. با توجه به متغیربودن ارتفاع جوشکاری در خطوط انتقال گاز، جوشکاران هنگام کار از پوسچرهای مختلفی استفاده می‌کردند. پس از انجام بررسی‌های لازم سه پوسچر(تنه خمیده، نیمه زانوزده و زانوزده) شناسایی شدند که بیشترین استفاده را داشتند. جوشکاران از این سه پوسچر به صورت ترکیبی در طول جوشکاری استفاده می‌کردند. نتایج ارزیابی فعالیت عضلات در پوسچرهای شناسایی شده در محیط آزمایشگاهی نشان داد که برخی عضلات فعالیت بالای ۵۰ درصد داشتند که این امر در طولانی مدت منجر به بروز اختلالات اسکلتی عضلانی و از کارافتادگی کارگران می‌شود [۲۲]. مطالعات نشان داده‌اند که شیوع اختلالات اسکلتی عضلانی میان جوشکاران، بالا بوده و علت اصلی آن پوسچر نامناسب جوشکاران هنگام جوشکاری گزارش‌شده است [۲۳،۲۴]. در این مطالعه ارزیابی میانگین فعالیت عضلات جوشکاران در سه پوسچر شناسایی شده نشان داد که عضلات درشت‌نی قدامی، پهن داخلی، دوسر رانی و راست‌کنندهٔ ستون مهره‌ای نسبت به سایر عضلات بررسی شده، فعالیت بیشتری داشتند که از دلایل این امر می‌توان به تغییر مرکز ثقل بدن و نقش این عضلات در حفظ تعادل در پوسچرهای بررسی شده و همچنین زاویهٔ مفاصل زانو و ران اشاره کرد. در این پوسچرها عضلات شکم با توجه به نوع پوسچر نسبت به سایر عضلات فعالیت کمتری داشتند. از بین سه پوسچر ارزیابی شده، میانگین فعالیت عضلات در پوسچر زانوزده به‌طور معناداری نسبت به دو پوسچر دیگر کمتر بود. در این پوسچر با توجه به قرارگیری فرد در وضعیت زانوزده و زاویهٔ مناسب مفصل ران، همچنین انتقال مستقیم نیروی وزن بدن، عضلات بررسی شده، فعالیت کمتری داشتند ولی باید به این نکته توجه داشت که براساس مطالعات انجام شده قرارگیری زانوها روی زمین و انتقال نیروی وزن بدن به‌وسیلهٔ زانوها باعث ایجاد آسیب در زانوها می‌شود [۲۵،۲۶] . ازاین‌رو در چنین پوسچرهایی، استفاده از زانوبندهای مناسب یا پدهای نرم، زیر زانو توصیه می‌شود [۲۷].

براساس مطالعات اختلالاتی که پوسچرهای نامناسبِ حینِ کار، در ارتفاع پایین و نزدیک سطح زمین در پی‌دارند، تحت تأثیر زاویهٔ مفاصل فرد، فشار وارد بر عضلات و مدت زمان فعالیت فرد است [۲۸]. در بسیاری از مشاغل از جمله جوشکاری با توجه به ماهیت کار، پوسچرهای تنه خمیده و زانوزده رایج بوده که چنین پوسچرهایی برای طولانی مدت و بدون هرگونه حمایت‌کننده باعث اختلالات اسکلتی

عضلانی می‌شود. همچنین مطالعات نشان داده‌اند که خم شدن طولانی مدت زانو و پیچش و خمش تنه از عوامل اصلی اختلالات اندام‌های تختانی بوده و بر خستگی ذهنی و واکنش‌های فیزیولوژیکی (ضربان قلب و خستگی عضلات) بسیار تأثیرگذار است [۲۰].

اولین راه پیشگیری از عوارض ناشی از پوسچر نامناسب در محیط کار، تغییر پوسچر و استفاده از وضعیت بدنی مناسب است. وضعیت صحیحِ قرارگیری اندام‌ها کمک می‌کند تا کارها با انرژی، استرس و خستگی کمتری به انجام برسد [۲۹]. در این مطالعه مشخص شد، پوسچرهایی که جوشکاران در خطوط انتقال گاز داشتند منجر به فعالیت شدید عضلات پایین تنه می‌شود. بین پوسچرهای ارزیابی شده، پوسچر زانوزده، بار کمتری نسبت به سایر پوسچرها بر عضلات وارد می‌کرد ولی با توجه به شرایط جوشکاری در خطوط انتقال گاز که نیازمند جوشکاری در ارتفاع متغیر بین سطح زمین تا ارتفاع سینه است، پوسچر زانوزده به تنهایی سطح دسترسی لازم را برای جوشکاران فراهم نمی‌کند و نیاز به ابزاری برای حمایت جوشکار در پوسچرهای مختلف و ارتفاعات متغیر است. یافته‌های مطالعهٔ حاضر می‌تواند به انجام مداخلات مناسب از قبیل طراحی صندلی یا حمایت‌کنندهٔ مناسب به‌منظور کاهش فعالیت عضلات و جلوگیری از بروز اختلالات اسکلتی عضلانی کمک کند. با این وجود باید به محدودیت‌های این مطالعه هم توجه داشت. اول اینکه؛ پوسچرهایی که در این مطالعه بررسی شده‌اند، پوسچرهای پرکاربرد هنگام جوشکاری در خطوط انتقال گاز در ارتفاع پایین بودند. با این حال جوشکاران از پوسچرهای دیگری نیز هنگام کار استفاده می‌کردند که با توجه به حساسیت کارِ آنان نیازمند تحقیقات بیشتر در این زمینه و بررسی پوسچرهای بیشتر است. در این مطالعه با توجه به پوسچرهای بررسی شده، فعالیت عضلات اندام‌های تحتانی ارزیابی شد. با توجه به درگیربودن عضلات اندام‌های فوقانی هنگام جوشکاری، در مطالعات آینده می‌توان به ارزیابی فعالیت این عضلات پرداخت. علاوه بر این، در بررسی‌های انجام شده، فعالیت عضلات برحسب شاخص MVC ارزیابی شده و خستگی عضلانی با توجه به محدودیت‌های پروژه بررسی شد. از این رو بررسی خستگی عضلانی در پوسچرهای ارزیابی‌شده می‌تواند در مطالعات آینده مدنظر قرار گیرد.

نتیجه‌گیری

در بررسی فرایند جوشکاری درخطوط انتقال گاز، سه پوسچر تنه خمیده، نیمه زانوزده و زانوزده به عنوان پوسچرهای رایج جوشکارای شناسایی شدند. نتایج ارزیابی پوسچرهای شناسایی شده به‌وسیلهٔ الکترومیوگرافی نشان داد که برخی عضلات جوشکاران تحت تاثیر نوع پوسچر، فعالیت بسیار شدیدی داشتند. در پوسچر زانوزده با توجه به زاویهٔ مناسب مفاصل و انتقال مستقیم نیروی وزن بدن، فعالیت عضلات به‌طور معناداری نسبت به دو پوسچر دیگر پایین بود. بین عضلات بررسی شده در هر سه پوسچر، عضلات شکم نسبت به سایر عضلات فعالیت کمتری داشتند. براساس نتایج این مطالعه، پوسچرهای ارزیابی شده منجر به فعالیت شدید عضلات جوشکاران هنگام جوشکاری می‌شود. بنابراین انجام اقدامات اصلاحی برای بهبود شرایط کاری در خطوط انتقال گاز ضروری به نظر می‌رسد. به منظور انجام اقدامات اصلاحی در کوتاه مدت با توجه به پایین‌بودن فعالیت عضلات در پوسچر زانوزده، می‌توان با افزایش ارتفاع جوشکار از سطح زمین در ارتفاعات مختلفی از این پوسچر استفاده کرد و میانگین فعالیت عضلات را کاهش داد ولی در بلندمدت نیاز به انجام اقدامات اساسی از جمله طراحی حمایت‌کنندهٔ مناسب برای حمایت از جوشکار در پوسچرهای مختلف وجود دارد.

تقدیر و تشکر

این مقاله برگرفته از پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد ارگونومی با شمارهٔ مصوب ۹۴۰۹۲۴۵۱۸۱ در دانشگاه علوم پزشکی همدان است. نویسندگان بدین‌وسیله مراتب تقدیر و تشکر خود را از بخش HSE منطقهٔ هفت عملیات انتقال گاز به خصوص آقایان مهندس مهدی علیزاده و مهندس صادق افشون که ما را در انجام این پروژه یاری کردند، اعلام می کنند. همچنین از جوشکاران این شرکت که در گردآوری داده‌ها همکاری داشتند، کمال تقدیر و تشکر را داریم.

تعارض منافع

بین نویسندگان هیچ‌گونه تعارضی در منافع وجود ندارد.

References

1. da Costa BR, Vieira ER. Risk factors for work-related musculoskeletal disorders: a systematic review of recent longitudinal studies. Am J Ind Med. 2010;53(3):285-323. PMID:19753591
2. Aghilinejad M, Choobineh A, Sadeghi Z, Nouri MK, Bahrami Ahmadi A. Prevalence of musculoskeletal disorders among Iranian steel workers. Iran Red Crescent Med J. 2012;14(4):198-203. PMID:22754681 PMCID:PMC3385797
3. Widanarko B, Legg S, Stevenson M, Devereux J, Eng A, Cheng S, et al. Prevalence of musculoskeletal symptoms in relation to gender, age, and occupational/industrial group. Int J Ind Ergon. 2011;41(5):561-72. https://doi.org/10.1016/j.ergon.2011.06.002
4. Motamedzadeh M, Golmohammadi R, Faradmal J, Mohammadi H, Gargaz A. The investigation of relationship between pain and sick leave in an automobile manufacturing company. Iran Occupational Health. 2014;11(4):56-66.
5. Motamedzade M, Faghih MA, Golmohammadi R, Faradmal J, Mohammadi H. Effects of physical and personal risk factors on sick leave due to musculoskeletal disorders. Int J Occup Saf Ergon. 2013;19(4):513-21. https://doi.org/10.1080/10803548.2013.11077012 PMID:24321630
6. Kirkhorn SR, Earle-Richardson G, Banks R. Ergonomic risks and musculoskeletal disorders in production agriculture: recommendations for effective research to practice. J Agromedicine. 2010;15(3):281-99. https://doi.org/10.1080/1059924X.2010.488618 PMID:20665313
7. Widanarko B, Legg S, Devereux J, Stevenson M. The combined effect of physical, psychosocial/organisational and/or environmental risk factors on the presence of work-related musculoskeletal symptoms and its consequences. Appl Ergon. 2014;45(6):1610-21. https://doi.org/10.1016/j.apergo.2014.05.018 PMID:24934982
8. Reid CR, Bush PM, Karwowski W, Durrani SK. Occupational postural activity and lower extremity discomfort: A review. Int J Ind Ergon. 2010;40(3):247-56. https://doi.org/10.1016/j.ergon.2010.01.003
9. Van Rijn RM, Huisstede BM, Koes BW, Burdorf A. Associations between work-related factors and specific disorders of the shoulder—a systematic review of the literature. Scand J Work Environ Health. 2010:189-201. https://doi.org/10.5271/sjweh.2895 PMID:20094690
10. Meucci RD, Fassa AG, Paniz VM, Silva MC, Wegman DH. Increase of chronic low back pain prevalence in a medium-sized city of southern Brazil. BMC Musculoskelet Disord. 2013;14(1):155. https://doi.org/10.1186/1471-2474-14-155 PMID:23634830 PMCID:PMC3651714
11. Finneran A, O'Sullivan L. Effects of grip type and wrist posture on forearm EMG activity, endurance time and movement accuracy. Int J Ind Ergon. 2013;43(1):91-9. https://doi.org/10.1016/j.ergon.2012.11.012
12. Francisco C, Edwin T. Implementation of an ergonomics program for the welding department inside a car assembly company. Work. 2012;41(S1):1618-21. PMID:22316946
13. Soltani R, Dehghani Y, SADEGHI NH, Falahati M, Zokai M. The welders posture assessment by OWAS technique. J Shaheed Sadoughi Univ Med Sci. 2011;3(1):34-9.
14. Tayefe Rahimian J, Choobineh A, Dehghan N, Tayefe Rahimian R, Kolahi H, Abbasi M et al . Ergonomic Evaluation of Exposure to Musculoskeletal Disorders Risk Factors in Welders. J Ergon. 2014;1(3):18-26.
15. Vieira E, Kumar S. Occupational risks factors identified and interventions suggested by welders and computer numeric control workers to control low back disorders in two steel companies. Int J Ind Ergon. 2007;37(6):553-61. https://doi.org/10.1016/j.ergon.2007.03.001
16. Kumar S. Electromyography in ergonomics. New York: Routledge; 2017.
17. Strasser H. Electromyography of upper extremity muscles and ergonomic applications. Electromyography in ergonomics. New York: Routledge; 2017. p. 183-226.
18. Ellegast RP, Kraft K, Groenesteijn L, Krause F, Berger H, Vink P. Comparison of four specific dynamic office chairs with a conventional office chair: impact upon muscle activation, physical activity and posture. Appl Ergon. 2012;43(2):296-307. https://doi.org/10.1016/j.apergo.2011.06.005 PMID:21714953
19. Hermens HJ, Freriks B, Disselhorst-Klug C, Rau G. Development of recommendations for SEMG sensors and sensor placement procedures. J Electromyogr Kinesiol.

2000;10(5):361-74. https://doi.org/10.1016/S1050-6411(00)00027-4

20. Jung M-C, Park D, Lee S-J, Lee K-S, Kim D-M, Kong Y-K. The effects of knee angles on subjective discomfort ratings, heart rates, and muscle fatigue of lower extremities in static-sustaining tasks. Appl Ergon. 2010;42(1):184-92. https://doi.org/10.1016/j.apergo.2010.07.004 PMID:20723884
21. Perotto AO. Anatomical guide for the electromyographer: the limbs and trunk. Springfield, IL: Charles C Thomas Publisher; 2011. PMCID:PMC3177179
22. Mehta RK, Agnew MJ. Influence of mental workload on muscle endurance, fatigue, and recovery during intermittent static work. Eur J Appl Physiol. 2012;112(8):2891-902. https://doi.org/10.1007/s00421-011-2264-x PMID:22143842
23. TÖRNER M, ZETTERBERG C, ANDÉN U, HANSSON T, LINDELL V. Workload and musculoskeletal problems: a comparison between welders and office clerks (with reference also to fishermen). Ergonomics. 1991;34(9):1179-96. https://doi.org/10.1080/00140139108964854 PMID:1743177
24. Abolfazl M, Hossein E, Reza K. Comparative survey of work related musculoskeletal disorders (WRMDs) prevalence and related factors in Iranian welders. Pak J Med Sci. 2011;27(2):282-5.
25. Reid CR, Bush PM, Cummings NH, McMullin DL, Durrani SK. A review of occupational knee disorders. J Occup Rehabil. 2010;20(4):489-501. https://doi.org/10.1007/s10926-010-9242-8 PMID:20490901
26. Porter WL, Mayton AG, Moore SM. Pressure distribution on the anatomic landmarks of the knee and the effect of kneepads. Appl Ergon. 2010;42(1):106-13. https://doi.org/10.1016/j.apergo.2010.05.007 PMID:20554268
27. Gallagher S, Pollard J, Porter WL. Electromyography of the thigh muscles during lifting tasks in kneeling and squatting postures. Ergonomics. 2011;54(1):91-102. https://doi.org/10.1080/00140139.2010.535025 PMID:21181592
28. Chung MK, Lee I, Kee D. Effect of stool height and holding time on postural load of squatting postures. Int J Ind Ergon. 2003;32(5):309-17. https://doi.org/10.1016/S0169-8141(03)00050-7
29. Karhu O, Härkönen R, Sorvali P, Vepsäläinen P. Observing working postures in industry: Examples of OWAS application. Appl Ergon. 1981;12(1):13-7. https://doi.org/10.1016/0003-6870(81)90088-0