فصلنامه سلامت کار ایران دوره ۹، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۱

ارزیابی ارگونومیک طرح جدید پوست کن دستی بر اساس روش الکترومیوگرافی

ناصر کلینی ممقانی[۱]، امیر هوشنگ بختیاری[۲]، اوین سوان[۳]، حسن صادقی نایینی[۴]

تاریخ دریافت: ۹۰/۰۶/۲۸ تاریخ ویرایش: ۹۰/۰۸/۳۰ تاریخ پذیرش: ۹۰/۱۲/۰۲

چکیده

زمینه و هدف: ابزارهای دستی طیف وسیعی از محصولاتی را شامل می‌شوند که تطابق آن‌ها با ساختار فیزیکی و آناتومی دست در ایمنی و سلامتی تأثیر گذار می‌باشند. پژوهش حاضر طرح جدیدی از پوست کن مورد استفاده در آشپزخانه را ارائه می‌کند تا ویژگی‌هایی از جمله حفظ حالت طبیعی مچ، تقلیل میزان فشار و در نهایت کاهش فعالیت عضلات را با خود به همراه داشته باشد.

روش بررسی: هفتاد آزمایش با شرکت ده داوطلب زن با بکارگیری شش مدل از پوست کن به همراه یک مدل طراحی شده به انجام رسید. الکترومیوگرافی سطحی عضلات دو سر بازو، سه سر بازو و خم کننده سطحی انگشتان دست راست از شروع تا پایان آزمایش ثبت گردید. فعالیت الکترومیوگرافی ۸۰٪ حداکثر نیروی ارادی هر عضله ثبت و اندازه گیری شد و جهت نرمال سازی داده های الکترومیوگرافی هنگام تحلیل داده های آزمایش اصلی، مورد استفاده قرار گرفت.

یافته ها: بر اساس نتایج الکترومیوگرافی، میانگین فعالیت عضلات دو سر و سه سر بازو در پوست کن طراحی شده، کمترین مقدار را به خود اختصاص داد. تفاوت های مشاهده شده بین فعالیت الکترومیوگرافی عضلات سه سر بازو و خم کننده انگشتان و به طور کلی در مجموع عضلات یاد شده، در هفت پوست کن مورد بررسی، معنی دار نشان داده شد.

نتیجه گیری: با استفاده از شاخص‌های الکترومیوگرافی می‌توان به خوبی کارکرد مدل‌های مختلف یک محصول را ارزیابی کرد. تفاوت در میانگین فعالیت عضلات دلالت بر تأثیرگذاری شکل، فرم و نوع پوست کن در تعامل با دست دارد. در استفاده از پوست کن ضمن وارد شدن بیشترین نیرو بر انگشتان، انتقال نیرو، وظیفه نگهداری و چنگش نیز به عهده انگشتان می باشد، لذا ملاحظات ارگونومی در طراحی پوست کن می تواند در میزان فعالیت عضلات مرتبط با انگشتان تأثیرگذار باشد. نتیجه پژوهش حاضر با تحقیقات مشابه در مطالعات پیشین تطابق دارد.

کلیدواژه‌ها: ابزار دستی، پوست کن خانگی، الکترومیوگرافی، ارگونومی، فعالیت عضله، چنگش

مقدمه

در اکثر کشورهای توسعه یافته استفاده از دانش ارگونومی در بهبود کیفیت ارتباط و تعامل کاربر با محیط و محصول امری ضروری و حیاتی می‌باشد. به کارگیری و رعایت اصول ارگونومی با تاکید بر ایمنی کاربر، از مسائل مهم تأثیر گذار در فرایند طراحی محصول محسوب می گردد [۱]. ابزارهای دستی نظیر قیچی، چاقو، انبر، قلم و غیره طیف وسیعی از محصولاتی را شامل می شوند که هر روز در محیط های مختلف کار و زندگی با آن‌ها سر و کار داریم [۲]. از مهم‌ترین ویژگی‌های طراحی این گونه محصولات توجه و تمرکز بر تطابق طرح با ساختار فیزیکی و آناتومی دست می باشد [۳]. در صورت عدم توجه به مورد فوق استفاده از محصول در بلند مدت یا در پوسچرهای نامناسب (Awkward posture) منجر به درد و بیماری در کاربر منتهی خواهد شد [۴ و ۵]. در همین راستا، اتخاذ وضعیت نامناسب و انحراف در زاویه مچ نسبت به وضعیت مستقیم و حالت طبیعی به ایجاد خستگی در این ناحیه، کاهش قدرت چنگش (Grip) و در صورت تداوم فعالیت و همچنین کارهای تکراری، مشکلات اسکلتی- عضلانی از جمله سندرم تونل کارپال (Carpal Tunnel Syndrome) که از بیماری های شایع و دردناک در ناحیه مچ دست است منجر خواهد شد [۶ و ۷]. یکی از روش‌های مناسب در

۱- (نویسنده مسئول) استادیار، عضو هیئت علمی گروه طراحی صنعتی، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه علم و صنعت ایران. تهران، ایران.koleini@iust.ac.ir
۲- استاد، عضو هیئت علمی گروه فیزیوتراپی، مرکز تحقیقات توانبخشی عصبی- عضلانی، دانشگاه علوم پزشکی سمنان. سمنان - ایران.
۳- دانش آموخته کارشناسی طراحی صنعتی، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه علم و صنعت ایران. تهران، ایران.
۴- استادیار، عضو هیئت علمی گروه طراحی صنعتی، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه علم و صنعت ایران. تهران، ایران.

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2024-07-18]

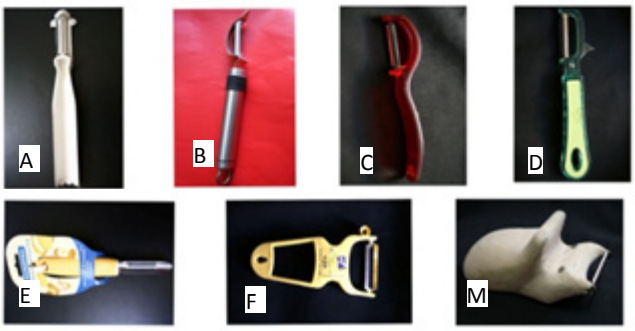
ارتباط با توسعه محصولات و به خصوص ارزیابی طرح های جدید (قبل از تولید انبوه و ارائه آن به بازار) و تطابق آن با خصوصیات فیزیولوژی، روش الکترومیوگرافی (Electromyography, EMG) می‌باشد.

الکترومیوگرافی به عنوان یکی از متداول‌ترین روش های ارزیابی محصولات است که به طور وسیع برای ثبت شاخص‌های فعالیت عضلات مورد استفاده قرار می گیرد [۹ و ۸]. روش الکترومیوگرافی سطحی به عنوان یک تکنیک آسان، مناسب و بدون درد، قابلیت بررسی و مطالعه خصوصیات فیزیولوژیک عضلات کاربر در هنگام استراحت و همچنین در حالت انقباض را برای محققین به خوبی فراهم می کند [۹]. این روش به خوبی تأثیرات تعامل کاربر با محصول و واکنش های فیزیولوژی در حوزه عضلانی- اسکلتی را آشکار می‌کند. با بررسی در مطالعات پیشین مشاهده می‌شود که از روش الکترومیوگرافی به طور گسترده و به ویژه در ارتباط با ارزیابی عملکرد ابزار دستی به خوبی استفاده گردیده است [۱۰ و ۱۱ و ۱۲]. به طور مثال Strasser و همکاران در سال ۱۹۹۴ با استفاده از روش الکترومیوگرافی و ارزیابی شخصی-ذهنی ماله های بنایی را مورد تحقیق و ارزیابی قرار دادند. دسته ماله جدید طراحی شده با رعایت اصول ارگونومی با دو دسته موجود در بازار از نوع ماسون که تیغه‌ی هر سه ماله یک نوع در نظر گرفته شده بود توسط ده مرد مورد آزمایش قرار گرفت [۱۴]. نتایج داده های بدست آمده از الکترومیوگرافی تفاوت معنی دار در کارایی و عملکرد سه ماله را برای محققین نشان داد. در تحقیق دیگر انجام شده، Bohlemann و همکاران در سال ۲۰۰۳ سه دسته مختلف از اره‌برقی را بر اساس الکترومیوگرافی و رتبه ذهنی مورد مطالعه قرار دادند [۱۵]. تفاوت های معنی دار میزان فعالیت عضلات بین ابزار مورد استفاده با تجزیه و تحلیل امواج الکترومیوگرافی بدست آمد که نتایج ارزیابی شخصی افراد نیز این تفاوت ها در نتایج را تأیید کرد. یکی از ابزارهای دستی مورد استفاده در محیط آشپزخانه پوست کن می‌باشد. پوست کن دستی، ابزاری می‌باشد که نوع طراحی آن می‌تواند در چنگش دست و عملکرد آن تأثیر به سزایی داشته باشد. به طور مشخص مدل های مختلف، نسبت‌های متفاوتی از میزان فعالیت عضلات مرتبط با انجام کار با پوست کن (تولید نیرو و انقباض عضلات) و همچنین میزان رضایت در عملکرد این وسیله را برای کاربر در پی خواهد داشت. پژوهش حاضر طرح جدیدی از پوست کن را در مقایسه با نمونه های موجود با این هدف ارائه می کند تا بتواند ویژگی هایی از جمله افزایش ایمنی کاربر در حین استفاده، کاهش اعمال نیرو، حفظ حالت طبیعی مچ دست و تقلیل میزان فشار به مچ و کف دست و در نهایت کاهش فعالیت عضلات کاربر را با خود به همراه داشته باشد. در راستای تعیین میزان دستیابی به اهداف پژوهش حاضر، از روش الکترومیوگرافی برای ارزیابی عملکرد مدل پوست کن جدید در مقایسه با نمونه های موجود استفاده گردید.

روش مطالعه تجربی

آزمودنی ها (Subjects): ده نفر داوطلب زن به طور تصادفی هدف دار انتخاب شدند که در انجام آزمایش شرکت داشتند. تمامی داوطلبین راست دست بوده و بین ۲۰ تا ۳۰ سال سن داشتند. میانگین وزن و قد افراد نیز به ترتیب ۵۱/۷ کیلو گرم و ۱۵۹/۵ سانتی متر بود. مدل‌های پوست کن آزمودنی (Experimental Models): با بررسی جامع و تحقیقات میدانی کاملی که از نمونه های موجود پوست کن در بازار محصول بر مبنای تفاوت در نوع طراحی با ویژگی‌های مختلف و همچنین مصاحبه با فروشندگان، خریداران، مشتریان و استفاده کنندگان به انجام رسید، شش مدل (A, B, C, D, E, F) به عنوان مدل‌های برتر موجود پوست کن انتخاب شدند. در راستای هدف پژوهش حاضر، یک مدل جدید پوست کن طراحی و ساخته شده با کیفیت و عملکرد مناسب نیز به عنوان مدل پروتوتایپ (Prototype model: M) به همراه مدل‌های موجود، مورد ارزیابی و آزمایش قرار گرفت. در تصویر ۱ هفت

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2024-07-18]



تصویر ۱: هفت نمونه پوست کن مورد آزمایش (A تا F شش نمونه برتر موجود و M نمونه طراحی جدید)

مدل یاد شده نشان داده شده است. در طراحی مدل جدید، اصول و قواعد نظری طراحی ابزار دستی ارائه شده در مطالعات و تحقیقات موجود در حد توان مورد نظر بوده است. به طور مشخص هر محصولی که در دست به عنوان ابزار دستی قرار می‌گیرد طراحی آن باید به گونه ای باشد که در حین استفاده تا حد امکان مچ دست در حالت طبیعی خود قرار داشته باشد، و به واسطه نوع استفاده از محصول، کاربر مجبور به خم کردن مچ دست نباشد. حذف لبه های تیز در دسته و تبدیل آن به منحنی‌های نرم، تطابق حداکثری بدنه محصول با فرم داخلی انگشتان و کف دست به جهت افزایش سطح تماس (و در نتیجه توزیع فشار در سطح بیشتر)، توجه به نوع چنگش (ظریف، نیمه ظریف و قدرتی) در مقایسه با نوع انجام کار، تسلط و تمرکز بر کنترل دسته به واسطه‌ی شکل و نوع بافت بیرونی دسته، توجه به مبحث بیومکانیک از نقطه نظر راستا و انتقال نیرو، فشار و توزیع نیرو در مفاصل دست (مؤثر در میزان خستگی موضعی) از جمله نکات دیگری هستند که می‌باید در طراحی ابزار دستی به آن‌ها توجه ویژه ای داشت.

روند انجام آزمایش: در این مرحله هر فرد هفت بار و هر بار با یکی از این پست کن ها در آزمایش حضور داشت. ترتیب انتخاب هفت مدل برای هر فرد به صورت تصادفی در نظر گرفته شد. در هر مرحله یک میوه خیار توسط یک پوست کن مورد آزمایش قرار گرفت که از ابتدا تا پایان کار الکترومیوگرافی سه عضله مشخص ثبت گردید. از فرد آزمایش شونده خواسته می‌شد بر چهار طرف خیار پوست کن را حرکت داده و سعی نماید پست آن قسمت را برش دهد. لازم به ذکر است برای انجام آزماشی خیارهایی انتخاب شد که تا حد امکان تمامی آن‌ها از طول یکسان و فرم و شکل ثابتی برخوردار باشند. بعد از هر بار استفاده از هر پوست کن، پنج دقیقه وقت استراحت برای فرد آزمایش شونده در نظر گرفته شد تا عضلات خسته نشوند.

عضلات (Muscles): با در نظر گرفتن نوع چنگش و فعالیت دست کاربر در حین کار با پوست کن، عضلات دو سر بازو (Biceps Brachii)، سه سر بازو (Triceps Brachii) و خم کننده انگشتان (Flexor Digitorum) که در این نوع از کار نقش مهم تری نسبت به عضلات دیگر دارند برای ثبت فعالیت EMG در نظر گرفته شد [۱۶ و ۱۷].

تعیین حداکثر نیروی انقباض ایزومتریک ارادی: Contraction, Maximum Voluntary Isometric) (MVC از دو دستگاه Jamar Hand–Held Dynamometer و Load cell برای بدست آوردن ماکزیمم نیروی ارادی عضلات استفاده شد. در ابتدای شروع اندازه گیری، افراد بر روی صندلی مستقر می شوند و بازوی دست راست آنان به صورت زاویه کاملاً قائمه بر روی دسته صندلی قابل تنظیم با ابعاد آنتروپومتری هر فرد قرار می گرفت. برای اندازه گیری حداکثر نیروی خم کننده سطحی (فلکسورهای) انگشتان، هر فرد دسته Jamar Hand–Held Dynamometer را در دست گرفته و با تمام قدرت با فشار انگشتان و کف دست به آن نیرو اعمال می کرد.

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2024-07-18]

برای عضلات دو سر بازو و سه سر بازو سیستم خاصی در آزمایشگاه طراحی شد. بدین صورت که دسته ای را به دستگاه اندازه گیری نیرو (Load cell) متصل کرده سپس به وسیله کابل فولادی که به دستگاه Digital Ohmmeter وصل می‌باشد میزان نیروی وارده فرد به دستگیره نشان داده می شود. برای اندازه گیری حداکثر نیروی عضله دو سر بازو، دسته طراحی شده ای که به دستگاه Load cell متصل بود را در دست گرفته و با تمام توان در راستای عمودی به سمت بالا، نیرو اعمال می شود. برای عضله سه سر بازو در همان حالت دست و بدن، در راستای عمودی، به سمت پایین نیرو اعمال می‌شود. اندازه گیری حداکثر نیروی ارادی بر مبنای روش استاندارد و پیشنهادی بوتچر و همکاران (۲۰۰۸) می‌باشد [۱۸]. بدین‌صورت که از هر یک از آزمودنی‌ها خواسته شد ۳ بار این عمل را تکرار کنند و بعد از هر بار یک دقیقه به آن‌ها اجازه استراحت داده می‌شد، تا عضلات دچار خستگی نشوند. با بدست آوردن ۱۰۰٪ MVC هر یک از عضلات به طور جداگانه برای هر یک از داوطلبین، مقدار ۸۰٪ MVC هر عضله محاسبه شد که در بخش تجزیه و تحلیل داده های الکترومیوگرافی بدست آمده مورد استفاده قرار خواهد گرفت.

ثبت امواج EMG (EMG Recording): از الکترودهای سطحی یک‌بار مصرف جهت ضبط امواج الکترومیوگرافی عضلات استفاده شد. به منظور تشخیص و شناسایی درست موقعیت مکانی نصب الکترودها در روی سطح پوست، برای هر یک از سه عضله مورد نظر طبق پیشنهاد Basmajian نقاط مورد نظر تعیین گردید [۱۹]. برای ثبت EMG عضله خم کننده سطحی انگشتان، الکترودها دقیقاً در فاصله میانی خط اپیکندیل داخلی (Medial Epicondyle) یعنی نصف فاصله زائده اپیکندیل داخلی هومروس و زائده استیلوئید اولنار (Ulnar Styloid Process) قرار گرفتند. برای ثبت EMG عضلات دو سر بازو، فاصله بین زائده کوراکوئید (Coracoid) استخوان اسکاپولا (Scapula) تا اپیکندیل خارجی استخوان بازو (Lateral Epicondile of Homeros) را اندازه گرفته و سپس الکترودها بر روی یک چهارم تحتانی آن قرار داده شدند. برای تعیین جایگاه الکترودها برای عضلات سه سر بازو نیز از زائده اولنه کراتون (Ulnar Olecranon Process) به سمت بالا امتداد داده و درست در مقابل نقطه جایگاه الکترودهای دو سر بازو، نقطه مقابل در پشت بازو مشخص گردید. الکترودهای منفی در فاصله ۲ سانتی متری دیستال الکترودهای مثبت قرار گرفتند. همچنین الکترود زمین برای کاهش و از بین بردن نویز تجهیزات و دستگاه های الکتریکی برای هر یک از سه عضله نیز بر روی نقاط روی استخوان‌ها متصل شدند. برای ثبت EMG و انجام آزمایش از نرم افزار MegaWin استفاده شد. سه کانال مجزا برای عضلات دو سر بازو، سه سر بازو و خم کننده انگشتان در نرم افزار تعریف و آماده شد. در ابتدای آزمایش قبل از انجام کار با پوست کن برای هر فرد و برای هر عضله به طور مجزا، الکترومیوگرافی در ۸۰٪ MVC بدست آمد. بدین صورت که بعد از اتصال الکترودها به عضلات از افراد خواسته شد بر اساس صفحه نمایش مقابل هر فرد تا ۸۰ درصد از نیرویی که قبلاً اعمال کرده بود را دوباره به همان صورت و با همان شرایط قبلی اعمال کند و در این شرایط الکترومیوگرافی ثبت می‌شود.

پردازش داده های امواج الکترومیوگرافی: همان طور که اشاره شد از هر فرد خواسته شد که با هر پوست کن چهار برش در چهار طرف خیار ایجاد کند. امواج EMG از ابتدا تا انتهای هر آزمایش ثبت شد اما برای ارزیابی فعالیت عضلات، امواج EMG مربوط به برش دوم و سوم جهت بررسی و آنالیز انتخاب گردید. امواج ثبت شده EMG، در نرم افزار MegaWin به داده های کمی به صورت عدد تبدیل شدند. داده های کمی به روش تمام موج برگردانده شده (Full wave rectification) بدست آمد. بدین صورت که امواج منفی به طرف بالا برگردانده و سپس متوسط سطح زیر منحنی (EMG Averaging) حاصل از سیگنال‌های مثبت و منفی با واحد Micro volt second محاسبه گردید [۲۰]. به منظور نرمال سازی داده های EMG داده های قبلی

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2024-07-18]

بدست آمده از امواج EMG هر عضله در ۸۰٪ MVC مبنا و ملاک مقایسه ارزیابی فعالیت عضلات در انجام کار با پوست کن‌های متفاوت در آزمایش قرار گرفت [۲۱]. همچنین مدت زمان انجام کار با پوست کن در هر برش، و اعداد محاسبه و نرمال سازی شده برای امواج برش دوم و سوم از هر پوست کن در نرم افزار Excel وارد شد تا در نرم افزار SPSS آنالیز و تحلیل گردد.

تجزیه و تحلیل داده‌ها و روش آماری (Statistical Analysis): برای تحلیل داده های بدست آمده از پوست کن‌های مورد آزمایش و مقایسه بین آن‌ها، از نرم افزار SPSS Ver. 11.5) استفاده شد. آزمون تحلیل واریانس (Analysis of Variance, ANOVA) و در مواردی آزمون چندگانه توکی (Tukey)، و در رتبه بندی پوست کن ها، از آزمون فریدمن (Friedman) استفاده شد. در تمام آنالیزها سطح معنی داری کمتر از ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

با توجه به شیوه انجام مراحل مختلف آنالیز امواج الکترومیوگرافی که در بخش روش مطالعه تجربی به آن اشاره شد، برای هر یک از سه عضله مورد آزمایش و برای تمام ده نفر امواج ثبت شده الکترومیوگرافی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و نتایج زیر بدست آمد. در جدول ۱ میانگین و انحراف معیار داده های بدست آمده از امواج الکترومیوگرافی مربوط به آزمایش با هفت مدل پوست کن برای ده نفر نشان داده شده است.

همان‌طور که در جدول ۱ مشاهده می‌شود، میانگین فعالیت عضله دو سر بازو و عضله سه سر بازو در پوست کن نوع M به ترتیب ۸/۶ و ۸/۴۸ می باشد که نسبت به شش مدل دیگر، کار با پوست کن نوع M کمترین مقدار نیروی تولید شده در هر یک از دو عضله را به خود اختصاص داده است. نتایج بدست آمده برای عضلات خم کننده سطحی انگشتان کمی متفاوت تر نسبت به دو عضله دیگر می‌باشد. به طوری که میزان فعالیت عضلات خم کننده سطحی انگشتان در شرایط انجام کار با پوست کن نوع F و M به ترتیب با میانگین‌های ۵/۴۹ و ۵/۸ تفاوت قابل توجهی را با مدل‌های دیگر نشان می‌دهد. به منظور مشخص کردن معنی دار بودن تفاوت های بدست آمده از نظر آماری، از آزمون آنالیز واریانس یک طرفه استفاده شد. نتایج تحلیل واریانس نشان داد که تفاوت های مشاهده شده بین فعالیت الکترومیوگرافی ثبت شده از عضله دو سر بازو در هفت پوست کن از نظر آماری معنی دار نمی‌باشد. در صورتی که نتایج تحلیل واریانس تفاوت های مشاهده شده میانگین فعالیت برای عضله سه سر بازو ($p=0.038, F=2.425$) و عضلات خم کننده انگشتان ($p=0.027, F=2.581$) در هفت پوست کن را از نظر آماری معنی دار نشان داد. این بدان معنی است که حداقل بین دو پوست کن تفاوت معنی دار

جدول ۱ –میانگین و انحراف معیار فعالیت امواج الکترومیوگرافی نرمال سازی شده مربوط به سه عضله دوسربازو (Biceps Brachii)، سه سربازو (Triceps Brachii) و خم کننده سطحی انگشتان (Flexor Digitorum Superficialis) برای ده نفر داوطلب با استفاده از هفت نوع مختلف پوست کن (A, B, C, D, E, F, M). واحد اعداد ارائه شده در جدول بر حسب میکرو ولت بر ثانیه (Micro Volt Second) می باشد.

نوع پوست کن	عضله دو سر بازو		عضله سه سر بازو		عضله خم کننده انگشتان	
مدل	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار
A	10.78	6.2	11.46	6.02	8.04	5.29
B	10.98	5.3	12.27	5.01	8.67	4.44
C	11.64	4.9	14.22	5.18	10.38	4.03
D	8.95	4.1	11.13	4.07	7.58	4.95
E	10.26	4.9	16.29	7.34	12.34	7.39
F	9.28	5.5	9.39	3.78	5.49	2.44
M	8.6	5.9	8.48	2.73	5.8	3.35

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2024-07-18]

جدول ۲- نتایج بدست آمده از آنالیز واریانس (ANOVA) تفاوت داده های حاصل از تحلیل امواج EMG مربوط به عضله سه سربازو (Triceps Brachii) برای ده نفر با استفاده از هفت نوع مختلف پوست کن (A, B, C, D, E, F, M).

تفاوت ها	مجموع مربع ها	درجه آزادی	میانگین مربعات	مقدار F	معنی داری p-value
بین گروه ها	380.302	6	63.384	2.425	0.038 *
درون گروه ها	1437.408	55	26.135		
کل	1817.71	61			

وجود دارد به این منظور از آزمون های تعقیبی (آزمون توکی) استفاده شد.

برای عضله سه سربازو آزمون توکی نشان داد که از نظر میزان نیروی وارده بین پوست کن نوع M با پوست کن نوع E تفاوت معنی داری (p=0.040) وجود دارد (جدول ۳). همچنین نتایج آزمون توکی برای عضلات خم کننده سطحی انگشتان نیز علاوه بر معنی دار بودن (p=0.049) تفاوت بین پوست کن نوع M با پوست کن نوع E، از نظر میزان نیروی وارده بین پوست کن نوع E با پوست کن نوع F هم تفاوت معنی داری (p=0.033) را نشان داد. در بخش دیگری از تحلیل داده‌ها، فعالیت هر سه عضله به طور کلی و در مجموع در بین پوست کن‌ها مورد مطالعه و مقایسه قرار گرفت. نتایج تحلیل واریانس نشان داد که بین هفت پوست کن از نظر میزان نیروی وارده بر عضلات تفاوت معنی دار مشاهده می‌شود (p=0.019, F=2.611) . نتایج آزمون توکی

جدول ۳- نتایج آزمون مقایسه های چندگانه توکی بین هفت نوع مختلف پوست کن (A, B, C, D, E, F, M) مربوط به داده های حاصل از تحلیل امواج EMG عضله سه سربازو (Triceps Brachii).

پوست کن (I)	پوست کن (J)	اختلاف میانگین (J) (I)	معنی داری p-value
M	A	-2.98	0.89
	B	-3.78	0.729
	C	-5.74	0.257
	D	-2.65	0.935
	E	-7.81	0.04 *
	F	-0.9	1

نشان داد که تنها بین پوست کن نوع E با پوست کن نوع F تفاوت معنی دار (p=0.033) وجود دارد. در ارتباط با مدت زمان انجام کار نیز نتایج نشان داد که استفاده از پوست کن نوع M نسبت به شش مدل دیگر به زمان کمتری برای انجام کار نیاز دارد. هر چند که این تفاوت‌ها بنابر آزمون تحلیل واریانس معنی دار نبود.

بحث و نتیجه گیری

این تحقیق به مطالعه و بررسی تفاوت میزان فعالیت عضلات در پوست کن با توجه به فرم و طرح آن پرداخته است. در راستای این مطالعه طرح جدیدی از پوست کن که از نظر ارگونومی تطابق و سازگاری بیشتری با دست دارد در مقایسه با پوست کن های موجود مورد بررسی قرار داده شده است. همان طور که نتایج تحلیل واریانس نشان داد تفاوت های مشاهده شده بین فعالیت EMG عضله دو سر بازو در هفت پوست کن معنی دار نمی‌باشد. این می‌تواند به این معنی باشد که پوست کن های مورد مطالعه از نظر میزان فعالیت عضله دو سر بازو در حین استفاده تقریباً مشابه هم هستند و بنابراین تفاوت در فرم و طراحی آن ها تأثیر مهمی در کارکرد این عضله ندارند. هر چند این میزان فعالیت برای پوست کن M از بقیه کمتر بوده است. در حالی که تغییرات کارکرد و فعالیت دو عضله دیگر مورد آزمایش (عضلات سه سر بازو و خم کننده سطحی انگشتان) بین پوست کن‌ها معنی دار نشان داده شد و این دلالت بر تأثیر گذاری شکل، فرم و نوع پوست کن به عنوان یک ابزار دستی در تعامل با دست

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2024-07-18]

می‌باشد. کاهش معنی دار فعالیت EMG عضلات سه سر بازو و خم کننده سطحی انگشتان برای پوست کن M در مقایسه با نوع E که این دو پوست کن از دو نوع کاملاً متفاوت از طراحی برخوردار هستند قابل بررسی بوده و بنابراین می تواند در شکل گیری طراحی به عنوان راهکار در فرم محصول مورد توجه قرار گیرد. نتایج آزمون توکی و مقایسه‌های چندگانه برای پوست کن‌های مختلف از نظر میزان فعالیت عضلات خم کننده سطحی انگشتان نشان داد که پوست کن M به طور معنی دار فعالیت EMG کمتر این عضلات را در مقایسه با سایر پوست کن‌ها بجز نوع F نشان می‌دهد. این تغییرات معنی دار فعالیت EMG عضلات خم کننده انگشتان در پوست کن‌های مورد مطالعه می‌تواند به این دلیل باشد که اساساً برای استفاده از پوست کن بیشترین نیرو بر انگشتان وارد می‌شود و دیگر اینکه انگشتان و دست جهت انجام کار علاوه بر وظیفه انتقال نیرو به پوست کن، وظیفه نگهداری و چنگش را نیز به عهده دارند [۲۲]. لذا یک پوست کن خوب تفاوت را با وضوح بیشتری مشخص می کند و در نظر کاربر راحتی، کنترل و تسلط بهتری را نسبت به مدل های دیگر فراهم می کند. از طرفی، هنگامی که نیروی وارده بر هر سه عضله با هم را به طور کلی در نظر بگیریم پوست کن M در جایگاه خوبی قرار دارد به طوری که بعد از پوست کن F کمترین فعالیت EMG عضلات را به همراه داشته است. البته در اینجا باید به این نکته اشاره کرد که در طراحی پوست کن نوع M اصول حاکم بر طراحی ابزار دستی تا حد امکان رعایت شده است. از جمله این که در حین کار با پوست کن مچ، و حالت دست و انگشتان به وضعیت طبیعی و استراحت نزدیک‌تر باشد، فرم بدنه پوست کن با فرم دست در حالت چنگش سازگاری و تطابق بیش تر داشته باشد، سطح تماس دست با پوست کن بیشتر باشد که بتواند فشار وارد بر دست، کف دست و انگشتان پخش گردد تا احساس راحتی بیشتری ایجاد شود [۱و۳]. همچنین رعایت اصول حاکم بر طراحی از نقطه نظر مبحث آنتروپومتری نیز موضوع بسیار مهمی می باشد که این مورد نیز در طرح لحاظ شده است.

در انتها به نکات اصلی حاصل از تحقیق حاضر در قالب نتیجه گیری می توان به این صورت اشاره داشت. به طور مشخص در کنار عوامل مختلف خصوصیات طراحی یک محصول که در عملکرد، رضایت و خشنودی کاربر تأثیرگذار هستند، توسعه و بهبود ایمنی و حفظ سلامت استفاده کنندگان مورد بسیار مهمی است که باید در فرایند طراحی به آن توجه ویژه داشت. بر همین اساس، این پژوهش به طراحی مجدد پوست کن با تأکید بر رعایت اصول ارگونومی پرداخته است. نتایج حاصل از ثبت و تحلیل امواج EMG در پوست کن‌های مورد آزمایش نشان داد که بکارگیری مباحث ارگونومی به خصوص در ابزار دستی کاهش فعالیت عضلات و همچنین تطابق مناسب‌تر با ساختار دست انسان را با خود به همراه دارد. در انجام کار با پوست کن طراحی شده M در مقایسه با پوست کن های موجود، کاهش قابل توجه و معنی دار میزان فعالیت برای عضلات مشاهده شد. به طوری که بین پوست کن های مورد مطالعه از نظر نیروی وارده به انگشتان از طریق عضلات اصلی مرتبط با انجام کار تفاوت معنی دار مشاهده شد. با بررسی فعالیت EMG عضلات، به طور کلی پوست کن M دارای ویژگی های مناسبی از نقطه نظر ارگونومی می‌باشد. در نهایت مطالعه حاضر در تأیید مطالعات پیشین و مشابه، نشان داد که تفاوت در ویژگی‌های ارگونومی در طراحی ابزار دستی می‌تواند با بکارگیری روش ارزیابی توسط EMG به خوبی بیان شود.

منابع

1. Kuijt-Evers LFM., Geroenesteijn L, de Looze MP, Vink P. Identifying factors of comfort in using hand tools. Applied Ergonomics, 2004, 35: 453-458.

2. Kilbom A., Makarainen L, Sperling R, Kadefors L. Tool design, user characteristics and performance: a case study on plate-shears. Applied Ergonomics, 1993, 24: 221-230.

3. Grant KA, Habes DJ. Effectiveness of a

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2024-07-18]

handle flange for reducing manual effort during hand tool use. International Journal of Industrial Ergonomics, 1993, 12:199-207.

4. Aghazadeh F, Mital A. Injuries due to hand tools; results of a questionnaire. Applied Ergonomics 2008, 18(4): 273-278.

5. Chao A, Kumar AJ, Emery CTND, Nagarajarao K, You H. An ergonomics evaluation of cleco pliers. Proceeding of the IEA 2000/HFES 2000 Congress, 4:441-442.

6. Silverstein BA, Fine LJ, Armstrong TJ. Hand wrist cumulative trauma disorders in industry. British Journal of Industrial Medicine, 1986, 43: 779-784.

7. Grant KA, Habes DJ, Steward LL. An analysis of handle deigning manual effort: The influence of grip diameter. International Journal of Industrial Ergonomics, 1992, 10 (3): 199-206.

8. Grant KA, Habes DJ, Putz-Anderson V. Psychophysiological and EMG correlates of force exertion in manual work. International Journal of Industrial Ergonomics, 1994, 13: 31-39.

9. Koleini Mamaghani N, Shimomura Y, Iwanaga K, Katsuura T. Mechanomyogram and Electromyogram Responses of Upper Limb During Sustained Isometric Fatigue with Varying Shoulder and Elbow Postures Joint Angles. Journal of Physiological Anthropology and Applied Human Science, 2002, 21 (1): 29-34.

10. De Luca CJ. The use of surface electromyography in biomechanics. Journal of Applied Biomechanics, 1997, 13: 135-163.

11. Hoozemans MJM, Van Dieen JH. Prediction of handgrip forces using surface EMG of forearm muscles. Journal of Electromyography and Kinesiology, 2005, 15: 358-366.

12. Chang SR, Park S, Freivalds A. Ergonomic evaluation of the effects of handle types on garden tools. International Journal of Industrial Ergonomics, 1999, 24: 99-105.

13. Koleini Mamaghani N, Shimomura Y, Iwanaga K, Katsuura T. Effects of Strap Support in a Hand-held Device on the Muscular Activity in Female Workers Assessed by EMG and Subjective Rating. Ergonomics, 2009, 52 (7): 848-859.

14. Strasser H, Wang B, Hoffman A. Electromyographic and subjective evaluation of hand tools: The example of masons trowels, International Journal of Industrial Ergonomics, 1996, 18: 91-106.

15. Bohlemann J, Kluth K, Kotzbauer K, Strasser H. Ergonomic assessment of handle design by means of electromyography and subjective rating, Applied Ergonomics, 1994, 25(6): 346-354.

16. Tondnevis F. Harekat Shenasi, Entesharate Daneshgahe Tarbiyat Moalleme Tehran, Chape Hashtom, 1383 [Persian].

17. Karimi H, Talebi GA, Ghalam Ghash R. Biomechanic va Harekat Shenasi Andame Foghani, Entesharate Nakhl, 1383 [Persian].

18. Boettcher CE, Ginn KA, Cathers H. Standard maximum isometric voluntary contraction tests for normalizing shoulder muscle EMG. J Orthop Res. 2008, 26(12): 1591-1597.

19. Basmajian JV, De Luca CJ. Muscle alive: Their function revealed by electromyography. Sydney: Williams and Wilkins; 1985, 320-325.

20. Clancy EA, Bida O, Dancourt D. Influence of advanced electromyogram (EMG) amplitude processors on EMG-to-torque estimation during constant – posture, force-varying contractions, J Biomech. 2006, 39 (14): 2690-2698.

21. Mirka GA. The quantification of EMG normalization error. Ergonomics, 1991,34(3): 343-352.

22. Danion F, Li S, Zatsiorsky VM, Latash ML. Relations between surface EMG of extrinsic flexors and individual finger forces support the notion of muscle compartments, Eur J Appl Physiol, 2002, 88: 185-188.

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2024-07-18]

Ergonomics evaluation of new home stripper using electromyography

N.Koleini Mamaghani[1], A. H Bakhtiary[2], E. Sevan[3], H. Sadeghi Naeini[4]

Received: 2011/09/19 Revised: 2011/11/21 2011/12/26 Accepted: 2011/04/22

Abstract

Background and aims: In our daily lives hand tools are often used in many work situations. With respect to design characteristics, hand tools can be considered a risk factor when a high level of repetition are required or when awkward postures are adopted. Therefore attention to ergonomics design rules for hand tools is the most important factor in design process. With this in mind, the aim of the present study is to evaluate a new model of home stripper which designed based on ergonomics rules.

Methods: Ten healthy female subjects participate in this study. Seven tests were considered for each subject. The subject was instructed to strip a cucumber using six commercial models as well as with a new model, separately. The surface electromyography (EMG) signals were recorded from three muscles: biceps brachii, triceps brachii, and flexor digitorum. To make possible the comparison between models in all experiments varied between the subjects, the raw EMG signals was normalized.

Results: For biceps brachii muscle, the analysis of variance revealed that there was no significant difference on the mean EMG data among all models, however muscular activity for the new model of stripper was found lower than the other models. The results indicated that the changes among the mean EMG data of models for triceps brachii, and flexor digitorum muscle were found significant. Tukey tests shows that differences between the EMG data for the new model with one commercial model were significant.

Conclusion: A new model with commercial models of stripper was tested to evaluate the effects of design characteristics on EMG signals. The results of this study show that muscular activity is mostly related to specific design of hand tools considering form, shape and product design aspects.

Keywords: Hand tools, Electromyography, Home stripper, Ergonomics.

1. **(Corresponding author)** Assistant Professor, Industrial Design Department, School of Architecture and Environmental Design, Iran University of Science and Technology, Tehran, Iran. koleini@iust.ac.ir
2. Professor of Physiotherapy, Neuromuscular Rehabilitation Research Center, Semnan University of Medical Sciences, Semnan, Iran.
3. BA of Industrial Design, School of Architecture and Environmental Design, Iran University of Science and Technology, Tehran, Iran.
4. Assistant Professor, Industrial Design Department, School of Architecture and Environmental Design, Iran University of Science and Technology, Tehran, Iran.

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2024-07-18]