Archive of SID

Iran Occupational Health

Original Article
http://ioh.iums.ac.ir

Iran Occupational Health.2019 (Aug-Sep);16(3):84-95.

Downloaded from ioh.iums.ac.ir at 9:21 IRST on Saturday December 7th 2019

Designing, making and evaluating an ergonomic pen to increase user comfort and improve posture of hands, wrists, and fingers

Sahel khakkar, Student Research Committee, Shiraz University of Medical Sciences, Department of Occupational Health, School of Health, Shiraz University of Medical Sciences, Shiraz, Iran
Alireza Choobineh, Professor, Research Center for Health Sciences, Institute of Health, Shiraz University of Medical Sciences, Shiraz, Iran
Hamid Salmani Nodooshan, (Corresponding author) MSc, School of Health, Shiraz University of Medical Sciences, Shiraz, Iran. salmanyhamid@gmail.com

Abstract

Background and aims: Musculoskeletal Disorders (MSDs) are widespread around the world and are the second most common cause of disability in work settings. A number of occupational factors such as forceful exertions, awkward postures, repetitive movements, and local contact stress can lead to the development of musculoskeletal problems. There is an association between the use of hand tools and onset of work-related musculoskeletal symptoms. Working with hand tools exposes users to one or more of these factors. Using hand tools, particularly if the job requires using the tools for a prolonged period of time, may also cause increased discomfort and fatigue which may be due to the existence of high stresses on the anatomical structures of the hand. Carpal Tunnel Syndrome (CTS) and writer's cramp are common injuries among writers, which may occur through excessive precise activity with the exertion of hands and fingers during writing, particularly with inappropriate techniques. There is strong evidence of a positive association between exposure to a combination of ergonomic risk factors (e.g., force and repetition, force and posture) and CTS. Writer's cramp appears to be triggered by writing for long period of time.
Ergonomic hand tool design involves optimizing the handle to effectively carry out the intended function of the tool with the least load to muscles, tendons, skin and joints. One aspect of this process is to optimize hand–tool contact area in order to maximize grip strength, minimize contact stress with special interest to sensitive areas of the palm and wrist, and provide appropriate tactile feedback. The grip strength is determined by the biomechanical advantage created by finger joint angles as well as the physiological advantage associated with the differences in muscle length. The hand posture and the related grip strength are influenced by the shape of the handle and the hand size. Anthropometric measurement of human limbs plays an important role in design of workplace, clothes, hand tools and many products for human use. To design any product for human use, human factors engineers/ergonomists have to rely on anthropometric data, otherwise the output product may turn out to be non-ergonomically designed product or the product may turn out to be ergonomically incompatible. The interaction of handle size and shape with the kinematics and anthropometry of the hand have a great effect on hand posture and grip strength. The process of designing and selecting the hand tools to provide a better fit for the user lies on the shoulders of human factor engineers /ergonomists. Poor ergonomic hand tool design is a well-known factor contributing to biomechanical stresses and increasing the risk of cumulative trauma and carpal tunnel syndrome disorders of workers. Hand anthropometry is useful for determining various aspects of industrial machineries, so as to design the equipment and machines for higher efficiency and more human comfort. Handwriting is an important skill for school-aged children and there is clear relationship between pencil grip posture and handwriting skills. Ergonomic factors like pencil grip, paper position, sitting posture for writing, upper extremity stability and mobility, should be considered with the purpose of effectively promoting efficient handwriting skills. Ergonomically designed hand tools can reduce user discomfort, biomechanical stresses, and risk factors for musculoskeletal symptoms and injuries in hands. Furthermore, by improving the quality and usability of hand tools, it is possible to improve efficiency and work productivity. Using an ergonomic pen is an effective solution to reduce upper limbs musculoskeletal disorders.

Keywords
Ergonomic Pen,
Comfort,
Musculoskeletal Disorders,
Design

Received: 02/08/2018
Accepted: 30/05/2019

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from ioh.iums.ac.ir at 9:21 IRST on Saturday December 7th 2019

Using a pen with ergonomic design, especially from childhood, can cause to create a right grip posture for writing and improves the pen grip posture among older people. By getting upper limbs at neutral posture, writing is more comfortable lower chance of hand injuries.
Given the above, the aims of this study were to design, fabricate and evaluate a new type of pen to improve the posture of the wrists, hands, and fingers, and enhance writers' comfort.

Methods: This interventional study was carried out in the Department of Ergonomics, Shiraz University of Medical Sciences from October 2013 to May 2014. The study consisted of 3 phases, including:
a) Designing an ergonomic pen: by reviewing the literature and evaluating the features of the available pens, the idea of the design of a new pen was formed. The features, such as optimal grip, attractive and desirable form, reducing contact stress and muscles fatigue, as well as adapting to hand size for everybody, were focused in the design process.
b) Fabricating the model and the prototype of the pen based on anthropometric data:
the anthropometric parameters of hand that were considered in the design of the pen included: the length of the thumb, the index finger, the middle finger, and hand thickness. The models of the pen were made by plaster. After modifying the details and layout of the pens, one size of the models was made from the final material. It should be mentioned that the prototype was designed and made just for right-handed people.
c) Assessment of some parameters of the new ergonomic pen: In the next step, the ultimate prototype with its final materials was assessed. A new pen made by a 3-dimensional printer and three common pens were compared by 28 subjects. The participants had no musculoskeletal symptoms in the upper limp. The data collection tools consisted of visual analog scales (VAS) and Borg's rating physical effort scale. After the users performed the writing tasks by four pens, they were asked to rate comfort using the VAS. VAS is a 10-cm instrument, with values from zero representing extremely uncomfortable and to 10 indicating extremely comfortable. The physical exertion/stress felt by each user during the writing task was evaluated using Borg scale of 6-20. In this scale, the values near 20 and 6 represented more difficulty and more comfort, respectively. This scale has been used in a number of studies. Data were statistically analyzed by one-way ANOVA and independent t-test using SPSS software version 21.

Results: The means (SD) of age and duration of working with pen per day (Hrs) in the subjects studied were 22.17 (3.41) and 5.83 (1.22), respectively. In accordance with the basic idea, the pen was designed in five sizes for percentiles of 5th, 25th, 50th, 75th, and 99th to cover at least 90% of the target group. The prototype was one size of the pen models that was printed by 3D printer. The highest mean (SD) of the users' comfort was 8.35 (0.95) related to the newly designed pen. The results revealed a reduction in the users' rating of perceived exertion while writing with the new pen.

Conclusion: In this study, a new type of pen was designed and fabricated to improve upper limb and hand postures while writing. According to findings of this study, the new pen helped correct the grip of hand while writing. The results of this study showed that the ergonomically designed pen was more comfortable to use. Also, it exerted less physical stress on tissues of hand compared to the other evaluated pens during writing. The new ergonomic pen with specific features (i.e., different form, and design in various sizes to provide more adaptation with hand) increased the users' comfort and reduced the users' physical exertion while writing. It is believed that using the new ergonomic pen can prevent and reduce wrist and hand musculoskeletal injuries such as carpal tunnel syndrome and cramp in the long periods of time.

Conflicts of interest: None
Funding: Shiraz University of Medical Sciences

How to cite this article:

Khakkar S, Choobineh A, Salmani Nodooshan H. Designing, making and evaluating an ergonomic pen to increase user comfort and improve posture of hands, wrists, and fingers. Iran Occupational Health. 2019 (Aug-Sep);16(3):84-95.

*This work is published under CC BY-NC-SA 3.0 licence

www.SID.ir

Archive of SID

مقاله پژوهشی
http://ioh.iums.ac.ir
سلامت کار ایران
دوره ۱۶، شماره ۳، مرداد و شهریور ۱۳۹۸

Downloaded from ioh.iums.ac.ir at 9:21 IRST on Saturday December 7th 2019

طراحی، ساخت و ارزیابی نوعی خودکار ارگونومیک به‌منظور افزایش راحتی کاربر و بهبود پوسچر دست، مچ دست و انگشتان

ساحل خاک کار: دانشجوی کارشناسی مهندسی بهداشت حرفه‌ای، کمیته تحقیقات دانشجویی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شیراز، شیراز، ایران
علیرضا چوبینه: استاد، مرکز تحقیقات علوم بهداشتی، پژوهشکده سلامت، دانشگاه علوم پزشکی شیراز، شیراز، ایران
حمید سلمانی ندوشن: (نویسنده مسئول) کارشناسی ارشد ارگونومی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شیراز، شیراز، ایران. salmanyhamid@gmail.com

چکیده

زمینه و هدف: سندروم تونل کارپ (CTS) و کرامپ نویسندگان از جمله آسیب‌هایی هستند که در بین نویسندگان شایع است که می‌تواند در اثر فعالیت‌های حرکتی ظریف بیش از حد همراه با فشار زیاد دست و انگشتان هنگام نوشتن و یا تکنیک‌های نامناسب نوشتن رخ دهد. یکی از راهکارهایی که در کاهش صدمات و آسیب‌های اسکلتی- عضلانی (MSDs) اندام‌های فوقانی مؤثر است، استفاده از قلم ارگونومیک می‌باشد. استفاده از قلمی که اصول ارگونومی در طراحی آن رعایت شده باشد، خصوصاً از دوران کودکی، موجب ایجاد چنگش صحیح به دست گرفتن قلم می‌شود و استفاده از آن توسط افراد با سن بالاتر باعث بهبود و اصلاح چنگش شده و با قرار گرفتن اندام‌های فوقانی در پوسچر طبیعی، موجب راحتی بیشتر و ایجاد آسیب کمتر می‌گردد. هدف از انجام این مطالعه طراحی، ساخت و ارزیابی نوع جدیدی از قلم خودکار جهت بهبود پوسچر مچ دست، دست و انگشتان و افزایش راحتی حین نوشتن می‌باشد.

روش بررسی: این مطالعه مداخله‌ای در سه فاز الف) طراحی خودکار ارگونومیک، ب) ساخت نمونه اولیه بر اساس داده‌های آنتروپومتریک و ج) ارزیابی آن تعریف و اجرا شد. خودکار جدید ساخته شده با پرینتر سه بعدی با سه نمونه خودکار رایج توسط ۲۸ نفر دانشجو مورد مقایسه قرار گرفت. ابزارهای گردآوری داده‌ها شامل مقیاس شبیه‌ساز چشمی (VAS) جهت ارزیابی میزان راحتی بود و همچنین برای سنجش نیروی درک شده از مقیاس بورگ استفاده گردید. تجزیه و تحلیل داده‌ها به وسیله نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۱ صورت گرفت.

یافته‌ها: میانگین سن و ساعت استفاده روزانه از خودکار در افراد مورد مطالعه به ترتیب ۳/۴۱±۲۲/۱۷ سال و ۱/۲۲±۵/۸۳ ساعت محاسبه شد. ماکت خودکار جدید مطابق با ایده مدنظر در ۵ سایز برای صدک‌های ۵، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۹۹ ساخته شد و نمونه اولیه طرح با استفاده از پرینتر سه بعدی پرینت شد. بیشترین میزان راحتی در بین چهار خودکار مورد ارزیابی، مربوط به خودکار ارگونومیک به میزان ۰/۹۵ ± ۸/۳۵ محاسبه شد. همچنین خودکار ارگونومیک دارای کمترین استرس فیزیکی درک شده (به میزان ۲/۰± ۹/۴۲) در مقایسه با سه خودکار دیگر بود.

نتیجه‌گیری: نوع جدیدی از خودکار برای بهبود پوسچر دست حین نوشتن طراحی، ساخته و ارزیابی شد. بر اساس نتایج این مطالعه، طرح جدید خودکار به تصحیح چنگش کمک می‌کند. نتایج این مطالعه نشان داد که خودکار طراحی شده جدید دارای راحتی و سهولت بیشتری حین استفاده (نوشتن) بوده و از تعادل بیشتری نسبت به سایر خودکارهای مورد ارزیابی برخوردار می‌باشد. همچنین تنش فیزیکی کمتری را حین نوشتن، نسبت به سایر خودکارهای مورد ارزیابی به کاربر وارد می‌کند؛ به عبارت دیگر، خودکار ارگونومیکِ طراحی شده، با خصوصیت‌هایی خاص نظیر فرم و شکل ظاهری متفاوت و طراحی در سایزهای مختلف جهت ایجاد تناسب و تطابق هر چه بیشتر با دست هر فرد، موجب افزایش راحتی و کاهش استرس وارد شده به فرد حین نوشتن گردید. استفاده از مدل جدید خودکار ارگونومیک می‌تواند در دراز مدت موجب جلوگیری و کاهش آسیب‌های اسکلتی- عضلانی ناحیه مچ و دست مانند سندروم تونل کارپ و کرامپ نویسندگان شود.

تعارض منافع: *گزارش نشده است.*
منبع حمایت کننده: *دانشگاه علوم پزشکی شیراز*

کلیدواژه‌ها
خودکار ارگونومیک،
راحتی،
اختلالات اسکلتی- عضلانی،
طراحی

تاریخ دریافت: ۹۷/۰۵/۱۱
تاریخ پذیرش: ۹۸/۰۳/۰۹

شیوه استناد به این مقاله:
Khakkar S, Choobineh A, Salmani Nodooshan H. Designing, making and evaluating an ergonomic pen to increase user comfort and improve posture of hands, wrists, and fingers. Iran Occupational Health. 2019 (Aug-Sep);16(3):84-95.

*انتشار این مقاله به صورت دسترسی آزاد مطابق با CC BY-NC-SA 3.0 صورت گرفته است

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from ioh.iums.ac.ir at 9:21 IRST on Saturday December 7th 2019

مقدمه

کرامپ نویسندگان[1]، فرم خاصی از اختلالات موضعی عضلات است که فرد لحظاتی پس از نوشتن دچار گرفتگی دردناک در عضلات دست، به‌ویژه انگشت شصت و ساعد می‌شود (۱). این موضوع در ابتدا با یک گرفتگی غیر معمول حین نوشتن با سختی یا درد پیش‌رونده که در انجام وظایفی از قبیل نوشتن ادامه می‌یابد، شناسایی می‌شود (۱). یکی از آسیب‌هایی که در بین نویسندگان شایع است، عارضه کرامپ نویسندگان می‌باشد. گرچه علت آن به خوبی شناخته شده نیست ولی در طول تاریخچه این اختلال، اعتقاد بر این بوده است که کرامپ نویسندگان بعلت فعالیت‌های حرکتی ظریف بیش از حد می‌باشد که ممکن است با فشار زیاد دست و انگشتان هنگام نوشتن و یا تکنیک‌های نامناسب نوشتن رخ داده باشد (۲). میزان ابتلا به کرامپ نویسندگان در جمعیت ایالات متحده آمریکا در سال ۱۹۹۷، ۶۹ نفر از هر ۱۰۰ هزار نفر گزارش شده است (۳، ۴).

سندروم تونل کارپ[2] (CTS) شایع‌ترین و شناخته شده‌ترین اختلال اسکلتی- عضلانی در اندام فوقانی می‌باشد که عمدتاً توسط فاکتورهای بیومکانیک ناشی از حرکات تکراری و پوسچر نامطلوب روی می‌دهند (۳). سندرم تونل کارپ (CTS) در اثر فشار بر عصب مدیان در ناحیه مچ دست ایجاد می‌شود که می‌تواند باعث احساس گرفتگی، مور مور شدن و بی‌حسی شده که به مچ دست و بازو کشیده می‌شود. این سندرم به‌ویژه در کسانی که کارهای تکراری به عنوان بخشی از کارهای روزانه آن‌ها می‌باشد، مانند نویسندگان رخ می‌دهد (۵). نشان داده شده است که حدود ۷۴ درصد موارد ابتلا به سندروم تونل کارپ در بین زنان می باشد که بدلیل وضعیت جسمی و فیزیکی و نیز انجام کارهای ظریف و تکراری، بیشتر در معرض خطر می باشند (۳). گزارش شده است که حدود یک میلیون نفر از بزرگسالان در ایالت متحده آمریکا به طور سالانه نیازمند درمان پزشکی CTS هستند (۶).

"نوشتن"[3] یکی از مهارت‌های مهم زندگی هر فرد می‌باشد و عادت‌های نوشتاری[4] (دستخط) از زمان کودکی شروع می‌شود (۲، ۷). شروع یک عادت مانند الگوهای چنگش فشارنده[5] و پوسچرهای نامطلوب می‌تواند در بزرگسالی ادامه یابد بگونه‌ای که اگر افراد درد شانه، ساعد و مچ دست را گزارش دهند باید نوع نوشتن آنها را همراه با سایر وظایف شغلی آنها مورد توجه قرار داد (۸، ۹). جهت ارتقاء مؤثر مهارت‌های نوشتن، می‌بایست فاکتورهای ارگونومیکی مرتبط با اجزای مذکور مدنظر قرار گیرند. نوشتن، فعالیتی تکراری می‌باشد که بدلیل بکارگیری عضلات ظریف در ناحیه انگشتان دست، می‌تواند آسیب‌زا باشد. خصوصاً در مواقعی که طولانی مدت و همراه با پوسچرهای نامطلوب اندام‌های درگیر باشد (۱۰). بیش از دویست سال پیش رامازینی تشخیص داد که نویسنده‌ها ریسک شغلی بالایی دارند (۱۱).

در مطالعه‌ای که اثر نوع چنگش بر روی فشار تونل کارپ در حین حرکت معمول مچ در وظایف شغلی ارزیابی شد، مشخص شد که چنگش فعال[6] و چنگش قدرتی[7] بطور همزمان و به ویژه در حرکات اکستنشن مچ دست[8]، احتمال ایجاد سندرم تونل کارپ را بالا می‌برد (۲، ۱۲). برخی مطالعات در رابطه با نوشتن دائم، فشار دائم و سفتی تقریبی ماهیچه‌ها و تاندون‌ها در نواحی دست و بازو را گزارش کرده‌اند (۱۳). گرفتن[9] قلم، وضعیت قرارگیری کاغذ، پوسچر نشستن، ثابت و یا در حرکت بودن اندام فوقانی از جمله فاکتورهای ارگونومیک هستند که می‌بایست هنگام نوشتن مورد توجه قرار گیرند (۳، ۱۴، ۱۵).

یکی از راهکارهایی که در کاهش صدمات و آسیب‌های مذکور مؤثر است، استفاده از قلم ارگونومیک می‌باشد. مطالعات نشان دادند (۱) که آسیب‌های اسکلتی- عضلانی در بین نویسندگان و افرادی که از قلم‌های معمولی استفاده مکرر داشته‌اند، شیوع بالایی برای کرامپ نویسندگان، سندرم تونل کارپ، درد دست و دفرمه شدن انگشتان و ناخن‌ها داشته‌اند و لذا حذف و

[1] Writer's Cramp
[2] Carpal Tunnel Syndrome
[3] Writing
[4] Handwriting
[5] Forceful Grip Patterns
[6] Active Grip
[7] Power Grip
[8] Wrist extension
[9] Grip

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from ioh.iums.ac.ir at 9:21 IRST on Saturday December 7th 2019

یا کاهش فشارهای یاد شده، الزامی می‌باشد. استفاده از قلمی که اصول ارگونومی در طراحی آن رعایت شده باشد خصوصاً از دوران کودکی موجب ایجاد چنگش صحیح به دست گرفتن قلم می‌شود و استفاده از آن توسط افراد با سن بالاتر باعث بهبود و اصلاح چنگش شده و در دست گرفتن قلم را به پوسچر طبیعی اندام‌های درگیر نزدیک کرده که در ادامه راحتی بیشتر و ایجاد آسیب کمتر را در پی خواهد داشت.

با توجه به مطالب فوق و بررسی‌های انجام شده، هدف این مطالعه طراحی و ساخت نوعی قلم خودکار جدید است که سعی شد برخی ایرادات خودکارهای موجود برطرف شود و با در نظر گرفتن پارامترهای ارگونومیکی مانند ساخت در پنج سایز و بر اساس دیتا بانک آنتروپومتری موجود موجب افزایش میزان راحتی، بهبود پوسچر دست و مچ دست و کاهش خستگی عضلانی گردد.

روش بررسی

این مطالعه مداخله‌ای از خردادماه ۱۳۹۳ تا مهرماه ۱۳۹۶ در دپارتمان ارگونومی دانشگاه علوم پزشکی شیراز انجام گرفت که شامل سه فاز به شرح زیر می‌باشد:

فاز اول: طراحی خودکار ارگونومیک

پس از بررسی مطالعات صورت گرفته در زمینه مدل‌های مختلف خودکار، طرح‌های خودکار ثبت اختراع شده در کشورهای مختلف، بررسی ویژگی‌های خودکارهای موجود و شناسایی مشکلات و ایرادات آنها، ایده طراحی خودکار جدید شکل گرفت. در بررسی‌ها مشخص شد پارامترهایی نظیر نحوه چنگش مطلوب، فرم ظاهری خودکار و تناسب ابعاد و اندازه آن با فرد در طراحی خودکار مهم بوده و می‌بایست مدنظر قرار گرفته شوند (۱۶-۲۰). سپس به طراحی و ارائه اتودهای متفاوت، اصلاح و تکمیل آنها پرداخته شد و خودکار ارگونومیک با ویژگی‌هایی نظیر ایجاد چنگش بهتر با هدف بهبود پوسچر دست و انگشتان، کاهش اعمال نیرو و فشار برای نوشتن با هدف افزایش راحتی و کاهش خستگی عضلانی، ایجاد ظاهری جذاب و مطلوب با هدف جذب مصرف کننده، وجود چند سایز مختلف از خودکار ارگونومیک جهت ایجاد بیشترین تطابق بین فرد و خودکار و انتخاب مناسب‌ترین خودکار با هر فرد با هر اندازه دست و انگشت طراحی شد. جهت دستیابی به موارد فوق، اصول لحاظ شده در طراحی خودکار ارگونومیک عبارت بود از طراحی یک خودکار کاربردی و متناسب با دست کاربران، کاربری و سهولت استفاده از خودکار، تناسب خودکار با دست کاربر از لحاظ سایز، وزن قابل تحمل و تعادل لازمه در نگه‌داشتن قلم حین نوشتن، ساختار بدنه هماهنگ با فیزیک دست و حذف عوامل ایجاد کننده خستگی و آسیب به کاربر با مدنظر قرار دادن پارامترهای طراحی ارگونومیک.

فاز دوم: ساخت نمونه اولیه

این فاز شامل سه بخش تعیین ابعاد آنتروپومتریک، ساخت ماکت و ساخت نمونه اولیه طرح به شرح ذیل می‌باشد.

الف) تعیین ابعاد آنتروپومتریک: پارامترهای آنتروپومتریک دست که در طراحی خودکار مهم می‌باشند بر اساس مطالعه چوبینه و همکاران (۳) و مطالعه حبیبی و همکاران (۲۱) تعیین شد (جدول ۱). این پارامترها شامل طول انگشت شست، طول انگشت اشاره، طول انگشت میانه و ضخامت دست بود (شکل ۱). طراحی خودکار مدنظر در ۵ سایز و برای صدک‌های ۵، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۹۹ جهت ایجاد بیشترین تطابق با ابعاد و اندازه‌های د ست و همین طور پوشش دادن حداقل ۹۰ درصد جامعه، تعیین شد.

ب) ساخت ماکت طرح: در فاز ساخت ماکت، مدل اولیه طرح خودکار مدنظر با مواد مختلف (مانند گچ، گِل، پارافین) و در ابعاد و اندازه‌های مختلف ساخته شد. پس از ساخت بیش از ۲۰ طرح و اصلاحات گوناگون، طرح کلی قلم مورد نظر نهایی شد. اصلاحات بر روی

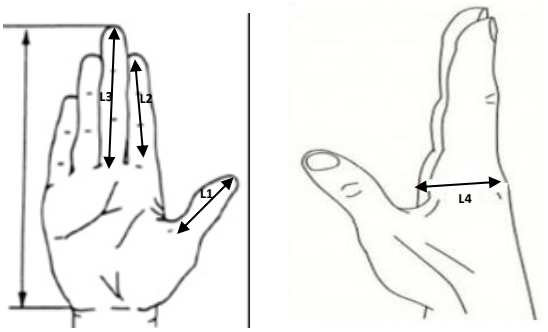
جدول ۱- دامنه ابعاد و اندازه‌های خودکار ارگونومیک برای ۵ صدک مختلف بر حسب سانتی متر

متغیر	صدک ۵	صدک ۲۵	صدک ۵۰	صدک ۷۵	صدک ۹۹
طول انگشت شست (L1)	۵/۲۰-۵/۳۹	۶/۱۹-۶/۳۱	۶/۸۷-۶/۹۴	۷/۵۵-۷/۵۷	۸/۴۹-۸/۵۴
طول انگشت اشاره (L2)	۵/۸۴-۶	۶/۸۰-۶/۸۶	۷/۴۴-۷/۴۶	۸/۰۲-۸/۱۲	۸/۸۸-۹/۰۸
طول انگشت وسط (L3)	۶/۳۵-۶/۵۱	۷/۳۲-۷/۴۳	۷/۹۹-۸/۰۵	۸/۶۶-۸/۶۷	۹/۵۹-۹/۶۴
ضخامت دست (L4)	۲/۹۱-۲/۹۴	۳/۶۲-۳/۶۲	۴/۰۸-۴/۱۰	۴/۵۴-۴/۵۴	۵/۲۲-۵/۲۹

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from ioh.iums.ac.ir at 9:21 IRST on Saturday December 7th 2019



(ب) (الف)

شکل ۱- الف) ضخامت دست، ب) طول انگشت‌های شست، اشاره و میانه

شکل ۲- ماکت‌های گچی خودکار ارگونومیک در ۵ سایز

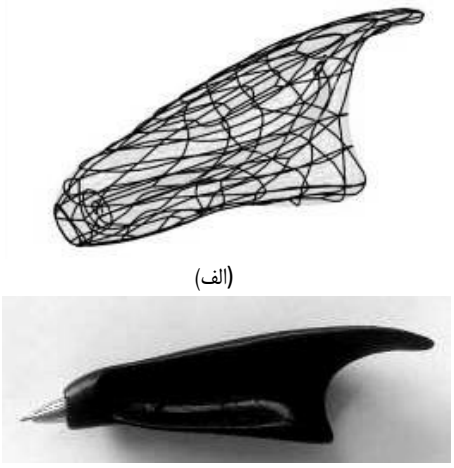
مدل های گچی و مومی موجود جهت بهبود ظاهر طرح پیوسته انجام شد. در نهایت شکل و ویژگی‌های ساختار طرح نهایی هر ۵ سایز خودکار به دست آمد (شکل ۲).

ج) ساخت نمونه اولیه طرح: پس از نهایی شدن ماکت طرح اولیه، یک سایز (از پنج سایز) از طرح خودکار مورد نظر اسکن و پس از تهیه فایل سه بعدی در محیط نرم‌افزاری (شکل ۳ الف)، با استفاده از پرینتر سه بعدی ساخته شد (شکل ۳ ب).

لازم به توضیح می‌باشد که جهت ایجاد تطابق بین خودکار مورد نظر و ابعاد و اندازه ها و شکل دست و از آنجا که از این لحاظ دست راست و دست چپ عکس یکدیگر هستند، در این طرح صرفا خودکار مورد نظر جهت تطابق با دست راست طراحی شده است؛ به عبارت دیگر طرح موجود صرفا جهت افراد راست دست قابل استفاده می‌باشد.

فاز سوم: ارزیابی

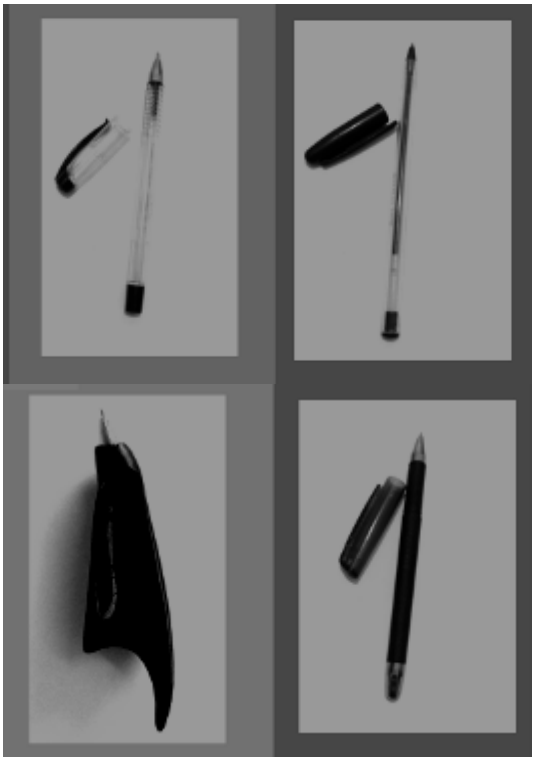
در فاز ارزیابی، افراد شرکت کننده پارامترهای مختلف را بین خودکار جدید و سه نوع از خودکارهای رایج در بازار، مورد مقایسه قرار دادند (شکل ۴). بدین منظور، از جامعه دانشجویی دانشکده بهداشت دانشگاه علوم



(الف)

(ب)

شکل ۳- الف) طراحی نرم افزاری خودکار ب) خودکار پرینت شده با پرینتر سه بعدی



شکل ٤- سه نوع از خودکار رایج در بازار و خودکار جدید مورد ارزیابی در مطالعه

پزشکی شیراز به عنوان جامعه هدف برای شرکت در مطالعه و انجام ارزیابی‌ها دعوت بعمل آمد. ۷۶ نفر برای انجام مطالعه داوطلب شدند که تعداد ۲۸ نفر با اندازه آنتروپومتری خودکار پرینت شده تناسب داشتند. طبق معیارهای ورود به مطالعه، همه افراد شرکت کننده راست دست بوده و هیچ‌گونه آسیب اسکلتی- عضلانی در اندام‌های فوقانی خود نداشتند و پس از آشنایی با

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from ioh.iums.ac.ir at 9:21 IRST on Saturday December 7th 2019

روند انجام ارزیابی‌ها و آموزش چگونگی استفاده از خودکار تازه طراحی شده، فرم رضایت آگاهانه را امضا می‌کردند.

جهت انجام ارزیابی‌ها، از افراد خواسته می‌شد تا با استفاده از خودکار جدید و سه نوع رایج خودکارهای موجود (طبق نظرات شرکت کنندگان) یک جمله منتخب فارسی و انگلیسی را ۱۰ بار مشق کنند (۲، ۲۲). لازم به ذکر است که پنگرام‌های[10] منتخب فارسی و انگلیسی دارای تمام حروف الفبای فارسی و انگلیسی هستند.

برای جمع آوری اطلاعات از پرسشنامه‌ها و مقیاس‌های مختلف استفاده گردید. از پرسشنامه دموگرافیک و جمعیت شناختی جهت کسب اطلاعاتی درباره سن، وزن، قد، جنس، سابقه تحصیلی و متوسط ساعات کار با خودکار در روز استفاده گردید. پس از انجام وظایف تعیین شده، از هر کاربر خواسته شد که راحتی نوشتن با این خودکارها را با استفاده از مقیاس آنالوگ بصری (VAS) مقایسه کنند (شکل ۵).

در این مقیاس ۱۰ سانتیمتری، عدد صفر به معنای

شکل ۵- مقیاس آنالوگ بصری (VAS)

بسیار ناراحت و عدد ۱۰ به معنای بسیار راحت در نظر گرفته شد. برای ارزیابی حس ایمنی کاربر در هنگام نوشتن با قلم‌های مورد مطالعه و ثبات و تعادل هنگام چنگش نیز از مقیاس VAS استفاده شد. از مزایای مقیاس‌های آنالوگ بصری می‌توان به مدیریت آسان، حساسیت و توانایی پاسخگویی به آنالیز آماری (آمار پارامتریک قوی) اشاره کرد (۲۳). این مقیاس همچون دیگر مقیاس‌های ذهنی در سایر مطالعات مورد استفاده قرار گرفته است (۲۲، ۲۴-۲۷). همچنین استرس فیزیکی درک شده توسط هر کاربر در طول نوشتن با مقیاس بورگ مورد ارزیابی قرار گرفت. در این مقیاس، مقادیر نزدیک به ۶ و ۲۰ به ترتیب نشان دهنده استرس فیزیکی کم و زیاد می‌باشد (۲۸). مقیاس بورگ در مطالعات مختلفی مورد استفاده قرار گرفته است (۲۹-۳۶).

آنالیز داده‌ها: داده‌ها با آزمون آنالیز واریانس یک طرفه و آزمون تی مستقل در نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۱ تحلیل شدند. از آزمون آنالیز واریانس یک طرفه جهت آزمون داده‌های متوسط ساعات استفاده از قلم در روز و متوسط زمان شروع علائم ناراحتی و آسیب حین نوشتن استفاده شد.

سه شاخص راحتی، سهولت و تعادل حین نوشتن با استفاده از قلم طراحی شده و سه مدل موجود در بازار با استفاده از آزمون تی مورد ارزیابی و مقایسه قرار گرفت. هر کدام از سه مدل موجود در رابطه با شاخص مورد نظر تک تک با قلم طراحی شده مقایسه شدند.

همچنین با استفاده از آزمون تی استرس فیزیکی درک شده بین نوشتن فارسی و نوشتن انگلیسی با استفاده از هر کدام از چهار قلم ارزیابی شده مقایسه شد. ارتباط مقدار استرس فیزیکی درک شده حین نوشتن با شاخص‌های راحتی حین نوشتن، سهولت و تعادل در چنگش و انجام فعل نوشتن در هر یک از چهار قلم با روش آنالیز واریانس یک طرفه ارزیابی شد.

یافته‌ها

برخی مشخصات دموگرافیک افراد شرکت کننده در این مطالعه در جدول ۲ ارائه شده است.

در این مطالعه، هیچ نوع همبستگی بین داده‌های سابقه تحصیلی، متوسط ساعات استفاده از قلم در روز، متوسط تعداد روز استفاده از قلم در هفته با متوسط زمان شروع علائم ناراحتی و آسیب حین نوشتن وجود نداشت.

نتایج تحلیل واریانس یک طرفه متغیرهای متوسط میزان استفاده از قلم در روز بر حسب ساعت و متوسط زمان شروع علائم ناراحتی و آسیب حین نوشتن، اختلاف آماری معناداری ($F_{(۳,۲۲)}$ = ۰/۳۹۵ ،p=۰/۸۴۷) وجود نداشته است.

جدول ۳ نظر کاربران در مورد احساس ناراحتی و آسیب هنگام نوشتن مداوم و طولانی مدت حین استفاده از خودکارهای موجود را نشان می‌دهد. همانطور که مشاهده می‌شود احساس خستگی (۳۵٪) و احساس سوزن سوزن شدن (۲۸٪) بیشترین ناراحتی و آسیب هنگام نوشتن مداوم و طولانی مدت با قلم‌های موجود می‌باشد.

جدول ۴، میزان راحتی در نوشتن و سهولت استفاده و شاخص تعادل در استفاده از قلم طراحی شده جدید با

[10] Pangram

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from ioh.iums.ac.ir at 9:21 IRST on Saturday December 7th 2019

جدول ۲- برخی ویژگی‌های دموگرافیک و شغلی افراد مورد مطالعه (n =۲۸)

جنسیت		وضعیت تاهل	
زن	مرد	متاهل	مجرد
٪۸۲	٪۱۸	٪۳۶	٪۶۴
(۲۳ نفر)	(۵ نفر)	(۱۰ نفر)	(۱۸ نفر)
سن (سال)	وزن (kg)	شاخص توده بدنی (BMI)	قد (cm)
۳/۴۱ ± ۲۲/۱۷	۶۱/۵ ± ۹/۴۲	۲۵/۱۷۶ ± ۳/۴۰۶	۵/۴۰ ± ۱۵۶/۲۱
مقطع تحصیلی		میانگین سابقه تحصیل (سال)	میانگین ساعات استفاده روزانه از قلم
دانشجوی کارشناسی	دانشجوی کارشناسی ارشد	۲/۴۹ ± ۱۵/۱۴	۱/۲۲ ± ۵/۸
٪۶۰/۷۱	٪۳۹/۲۹		
گزارش بروز درد دست یا انگشتان حین نوشتن		متوسط تعداد روزهای استفاده از قلم معمولی در هفته	متوسط زمان شروع نشانه‌های بروز آسیب و احساس ناراحتی
همیشگی	اکثر اوقات	۰/۶۳ ± ۵/۵۷	پس از ۸/۴۶ دقیقه نوشتن مداوم و بی‌وقفه
٪۱۴/۲۸	٪۸۵/۷۱		

جدول ۳- فراوانی ناراحتی و آسیب کاربران حین نوشتن طولانی مدت با قلم‌های موجود

اشکال ناراحتی و آسیب	فراوانی
خستگی	٪۳۵/۷۱
گرفتگی و سفت شدن عضلات	٪۷/۱۴
سوزن سوزن شدن	٪۲۸/۵۷
خواب رفتن دست	٪۱۷/۸۵
آسیب های دیگر	٪۱۰/۷۱

سه قلم موجود با استفاده از مقیاس VAS را نشان می‌دهد.

همانطور که قابل مشاهده است، هر سه شاخص مذکور برای قلم خودکار جدید در مقایسه با سه قلم خودکار رایج امتیاز بیشتری گزارش شده است. در این جدول، مقادیر نزدیک به صفر و ۱۰ به ترتیب به معنای شرایط نامطلوب و شرایط مطلوب، هستند.

یافته‌های این مطالعه نشان داد که خودکار جدید در مقایسه با سه مدل دیگر خودکار بطور معنادار، میزان راحتی بیشتری حین نوشتن برای فرد فراهم می‌کند ($p< ۰/۰۵$). همچنین نتایج ارزیابی‌ها نشان داد که میزان سهولت و تعادل در چنگش و نوشتن قلم خودکار طراحی شده به طور معناداری بیشتر از سه مدل قلم خودکار موجود بوده است ($p< ۰/۰۵$) (جدول ۵).

میزان تنش فیزیکی درک شده حین استفاده از چهار خودکار در جدول ۶ نشان داده شده است.

در این جدول، مقادیر نزدیک به ۶ و ۲۰، به ترتیب کمترین و بیشترین استرس فیزیکی وارده به کاربر را نشان می‌دهد.

همانطور که مشاهده می‌شود، مقیاس بورگ برای خودکار جدید در مقایسه با سه قلم رایج موجود امتیاز کمتری (تنش فیزیکی کمتر) را به خود اختصاص داده

جدول ٤- امتیاز مقیاس VAS در استفاده از چهار قلم خودکار مورد ارزیابی از لحاظ راحتی در نوشتن و سهولت و تعادل حین چنگش و استفاده از دیدگاه افراد

شاخص‌ها	خودکار طراحی شده		
	راحتی در نوشتن	سهولت استفاده	تعادل حین چنگش
میانگین	۸/۳۵۷	۸/۲۸۵	۹/۲۵۰
انحراف استاندارد	۰/۹۵۱	۰/۷۶۲	۰/۷۵۱
واریانس	۰/۹۰۵	۰/۵۸۲	۰/۵۶۵
کمترین	۷	۷	۷
بیشترین	۱۰	۹	۹

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from ioh.iums.ac.ir at 9:21 IRST on Saturday December 7th 2019

جدول ٤– ادامه

شاخص‌ها	خودکار طراحی شده		
	خودکار مدل اول		
	راحتی در نوشتن	سهولت استفاده	تعادل حین چنگش
میانگین	۶/۱۷۸	۶/۱۷۸	۶/۱۷۸
انحراف استاندارد	۱/۰۵۵	۱/۰۵۵	۱/۰۵۵
واریانس	۱/۱۱۵	۱/۱۱۵	۱/۱۱۵
کمترین	۸	۸	۸
بیشترین	۴	۴	۴
	خودکار مدل دوم		
	راحتی در نوشتن	سهولت استفاده	تعادل حین چنگش
میانگین	۵/۰۷۱	۵/۰۷۱	۵/۰۷۱
انحراف استاندارد	۰/۸۱۳	۰/۸۱۳	۰/۸۱۳
واریانس	۰/۶۶۱	۰/۶۶۱	۰/۶۶۱
کمترین	۴	۴	۴
بیشترین	۷	۷	۷
	خودکار مدل سوم		
	راحتی در نوشتن	سهولت استفاده	تعادل حین چنگش
میانگین	۳/۷۱۴	۳/۷۱۴	۳/۷۱۴
انحراف استاندارد	۱/۰۱۳	۱/۰۱۳	۱/۰۱۳
واریانس	۱/۰۲۶	۱/۰۲۶	۱/۰۲۶
کمترین	۲	۲	۲
بیشترین	۶	۶	۶

جدول ۵– نتایج آزمون تی مستقل سه شاخص راحتی نوشتن، سهولت ، تعادل چنگش و نوشتن ارزیابی شده قلم خودکار طراحی شده در مقایسه با سه مدل قلم خودکار موجود

قلم مورد ارزیابی		خودکار طراحی شده			
		x	sd	df	t	sig
راحتی نوشتن	مدل ۱	۶/۱۷۸	۱/۰۵۵	۵۴	۸/۱۱	< ۰/۰۵
	مدل ۲	۵/۰۷۱	۰/۸۱۳	۵۴	۱۳/۸۹	< ۰/۰۵
	مدل ۳	۳/۷۱۴	۱/۰۱۳	۵۴	۱۷/۶۷	< ۰/۰۵
		x	sd	df	t	sig
سهولت چنگش و نوشتن	مدل ۱	۵/۹۲۸	۰/۷۶۶	۵۴	۱۱/۵۳	< ۰/۰۵
	مدل ۲	۵/۲۸۵	۱/۰۴۹	۵۴	۰/۱۹۷	< ۰/۰۵
	مدل ۳	۵/۹۲۸	۰/۸۹۹	۵۴	۱۰/۵۷	< ۰/۰۵
		x	sd	df	t	sig
تعادل چنگش و نوشتن	مدل ۱	۳/۸۵۷	۰/۸۰۳	۵۴	۲۵/۹۳	< ۰/۰۵
	مدل ۲	۴/۱۴۲	۰/۸۹۰	۵۴	۲۳/۱۸	< ۰/۰۵
	مدل ۳	۳/۰۷۱	۱/۱۱۹	۵۴	۲۴/۲۴	< ۰/۰۵

است.

در این مطالعه ارتباط معناداری بین میزان استرس فیزیکی درک شده حین نوشتن با شاخص‌های راحتی حین نوشتن، سهولت و تعادل در چنگش و انجام فعل نوشتن در هیچ یک از چهار قلم مشاهده نشد ($p>۰/۰۵$).

بحث و نتیجه‌گیری

هدف از انجام این مطالعه طراحی و ساخت نوع

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from ioh.iums.ac.ir at 9:21 IRST on Saturday December 7th 2019

جدول ٦- میانگین نمرات استرس درک شده افراد بعد از نوشتن متن فارسی و انگلیسی با چهار خودکار مورد ارزیابی با استفاده از مقیاس بورگ

شاخص‌ها	خودکار طراحی‌شده		خودکار مدل اول	
	فارسی	انگلیسی	فارسی	انگلیسی
میانگین	۹/۴۲۸	۹/۸۹۲	۱۰/۵۷۱	۱۱/۱۰۷
انحراف استاندارد	۲/۰۰۷	۲/۲۹۸	۲/۰۶۲	۲/۲۶۶
واریانس	۴/۰۳۲	۵/۲۸۴	۴/۲۵۴	۵/۱۳۶
کمترین	۶	۶	۸	۷
بیشترین	۱۳	۱۳	۱۵	۱۵
	خودکار مدل دوم		خودکار مدل سوم	
	فارسی	انگلیسی	فارسی	انگلیسی
میانگین	۱۱/۴۶۴	۱۲/۲۱۴	۱۲/۷۵۰	۱۳/۰۰۰
انحراف استاندارد	۱/۶۲۱	۱/۷۷۱	۲/۲۳۸	۲/۲۶۰
واریانس	۲/۶۲۸	۳/۱۳۸	۵/۰۰۹	۵/۱۱۱
کمترین	۸	۹	۸	۱۰
بیشترین	۱۵	۱۶	۱۶	۱۸

جدیدی از خودکار جهت بهبود پوسچر مچ دست، دست و انگشتان و افزایش راحتی حین نوشتن می‌باشد.

نتایج حاصل از این مطالعه نشان دهنده بالا بودن میزان ناراحتی و آسیب در بین افرادی که بطور مداوم از خودکار استفاده می‌کنند، می‌باشد که این موضوع می‌تواند احتمال بروز MSDs را بالا ببرد. وجود همبستگی مثبتی بین شیوع WMSDs و مشاغلی که در آنها حرکات تکراری دست وجود دارد، در مطالعات مختلف به اثبات رسیده است (۳۷). مطالعات گوناگون نشان داده اند که بیش از دو سوم اختلالات اسکلتی- عضلانی در اندام فوقانی ایجاد می‌شوند که عمدتا توسط فاکتورهای بیومکانیک ناشی از حرکات تکراری و پوسچر نامطلوب روی می‌دهند (۳۸). رامازینی و همکاران نشان دادند که نویسنده‌ها ریسک شغلی بالایی دارند (۳۹) که عارضه کرامپ نویسندگان و سندروم تونل کارپ از موارد شایع آنها می‌باشد.

یافته‌های این مطالعه نشان داد که خودکار جدید در مقایسه با سه مدل خودکار رایج بطور معنادار، میزان راحتی بیشتری حین نوشتن برای فرد فراهم می‌کند. همچنین مشاهده شد که میزان سهولت و تعادل در چنگش و نوشتن خودکار طراحی شده به طور معناداری بیشتر از سه مدل قلم موجود بوده است. از جمله دلایل این موضوع می‌تواند وجود تطابق مناسب بین ابعاد و اندازه‌های دست فرد و خودکار جدید، وجود چنگش قوی و قرارگیری انگشتان دست در پوسچر نزدیک به وضعیت طبیعی (بدلیل فرم متفاوت آن) حین استفاده از خودکار ارگونومیک باشد. نتایج مطالعه حیدری مقدم و همکاران (۲۵) که با هدف ارزیابی ناراحتی موضعی ناشی از استفاده از مدادهای رایج مورد استفاده توسط دانش‌آموزان مقطع ابتدایی و مقایسه آن با مداد ارگونومیک انجام گرفت، نشان داد که استفاده از مدادهای رایج باعث ایجاد درد، فشار، ناراحتی موضعی در دست، ساعد و شانه می‌شود و استفاده از مداد ارگونومیک فشار و درد وارده بر دست و شانه را کاهش می‌دهد. در مطالعه دهقان و همکاران (۴۰) نشان داده شد که طراحی ارگونومیک ماوس کامپیوتر بدلیل قرار گیری مچ دست و انگشتان در وضعیت نزدیک به نوترال، راحتی افراد حین کار با آن نسبت به ماوس‌های رایج بیشتر بوده است. در مطالعات مختلفی که بر روی طراحی ابزارهای دستی انجام شده است، طراحی ابزارها بگونه‌ای که پوسچر اندام‌های درگیر را در وضعیت مطلوب قرار دهد یکی از پارامترهای مهم بوده است که ایجاد راحتی و کاهش فشار و آسیب اسکلتی- عضلانی را در پی داشته است (۴۲، ۴۱).

همچنین نتایج این مطالعه نشان داد تنش فیزیکی درک شده توسط شرکت کنندگان حین استفاده از خودکار ارگونومیک نسبت به خودکارهای دیگر کمتر است. مشخص شده است که در طراحی ابزارهای دستی معمولا چنگش‌های بزرگ‌تر و ضخیم‌تر، بهتر هستند (۴۱). در طراحی خودکار نیز چنگش‌های بزرگ به

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from ioh.iums.ac.ir at 9:21 IRST on Saturday December 7th 2019

نویسنده اجازه می‌دهند تا کنترل بهتری بر روی نوشتن داشته باشد که این موضوع می‌تواند کاهش میزان خستگی عضلانی و استرس فیزیکی وارد شده به وی را بدنبال داشته باشد.

محدودیت‌های مطالعه

- ممکن است مدت زمان استفاده از خودکار جدید برای برخی افراد، بسیار کوتاه بوده باشد و لذا بالا بردن مدت زمان تمرین شاید نتایج دیگری در رابطه با موارد بحث شده مانند راحتی و استرس درک شده را به دست دهد.

- با توجه به فرم اختصاصی خودکار طراحی شده که قابل استفاده توسط افراد راست دست می‌باشد، افراد چپ دست قادر به استفاده از آن نیستند.

نوع جدید خودکار برای بهبود پوسچر دست حین نوشتن طراحی، ساخته و ارزیابی شد. بر اساس نتایج این مطالعه، طرح جدید خودکار به تصحیح چنگش کمک می‌کند. نتایج این مطالعه نشان داد که خودکار طراحی شده جدید دارای راحتی و سهولت بیشتری حین استفاده (نوشتن) بوده و از تعادل بیشتری نسبت به سایر خودکارهای مورد ارزیابی برخوردار می‌باشد. همچنین تنش فیزیکی کمتری را حین نوشتن، نسبت به سایر خودکارهای مورد ارزیابی به کاربر وارد می‌کند. استفاده از مدل جدید خودکار ارگونومیک می‌تواند در دراز مدت موجب جلوگیری و کاهش آسیب‌های اسکلتی- عضلانی ناحیه مچ و دست مانند سندروم تونل کارپ و کرامپ نویسندگان شود.

تقدیر و تشکر

این مطالعه در قالب طرح تحقیقاتی به شماره ۹۴-۰۱-۴۲-۱۰۹۰۴ در کمیته تحقیقات دانشجویی دانشگاه علوم پزشکی شیراز تصویب و بوسیله معاونت پژوهشی این دانشگاه حمایت مالی و در گروه ارگونومی اجرا شده است.

References

1. Sheehy M, Marsden C. Writer’s cramp a focal dystonia. Brain. 1982;105:461–80.

2. McGorry RW, Fallentin N, Andersen JH, Keir PJ, Hansen TB, Pransky G, et al. Effect of grip type, wrist motion, and resistance level on pressures within the carpal tunnel of normal wrists. J Orthopaed Res. 2014;32(4):524-30.

3. Choobineh A, Rahimi K, Tavakoli Manesh S, Hosaini S, Tabatabaei S. Epidemiological study of carpal tunnel syndrome among paitents refering to Shiraz Chamran and Nemazi hospitals from 2002 to 2006. Iran Occup Health. 2009;6(3):17-23. [Persian]

4. Shengli N. Ergonomics and occupational safety and health: An ILO perspective. Appl Ergon. 2010;41:744-53.

5. Hashemi Nejad N, Choobineh A, Rahimifard H, Haidari H, Tabatabaei H. Musculoskeletal risk assessment in amall furniture manufacturing workshops. Int J Occup Saf Ergon. 2013;19(2):275-284.

6. Tanaka S, Wild D, Seligman P, Behrens V, Cameron L, Putz-Anderson V. The US prevalence of self-reported carpal tunnel syndrome: 1988 National Health Interview Survey data. Am J Public Health. 1994;84(11):1846–8.

7. Schneck C, Henderson A. Descriptive analysis of the developmental progression of grip position for pencil and crayon control in non-dysfunctional children. Am J Occup Ther. 1990;44:893-900.

8. Aptel M, Aublet-Cuvelier A, Claude Cnockaert J. Work-related musculoskeletal disorders of the upper limb. Joint Bone Spine. 2002;69(6):546-55.

9. Burt C. Handwriting is child's work. Ergosolut Magaz. 2003:36-8.

10. Smith-Zuzovsky NS EC. The effect of seated positioning quality on typical 6- and 7-year-old children’s object manipulation skills. Am J Occup Ther. 2004;58:380-88.

11. Franco G, Fusetti L. Bernardino Ramazzini's early observations of the link between musculoskeletal disorders and ergonomic factors. Appl Ergon. 2004;35(1):67-70.

12. Wehbe M, Schlegel J. Nerve gliding exercies for thoracic outlet syndrome. Hand Clin. 2004;20(1):51–5.

13. Arndt R. Working posture and musculoskeletal problems of video display terminal operators: review and reappraisal. Am Indust Hyg Assoc J. 1983;44(6):437-46.

14. Moghaddas A, Nasseri M. Case report of writers cramp syndrome along with myoclonic epilepsy and compulsion. Sci J Hamadan Uni Med Sci. 2009;16(1):52-6. [Persian]

15. McGorry RW, Fallentin N, Andersen JH, Keir PJ, Hansen TB, Pransky G, et al. Effect of grip type, wrist motion, and resistance level on pressures within the carpal tunnel of normal wrists. J Orthopaed Res. 2014;32(4):524-30.

16. Rubin BS. Ergonomic snap-fit cartridge pen. New York. NY patent 5,785,443. 1998 Jul. 28, 1998.

17. Starchevich J. Instruments with ergonomic gripping. 138 Sullivan St., New York, NY (US) 10012 patent US 6,328,493 B1. 2001 Dec. 11,2001.

18. Moxon WA. Ergonomic tool holder or writing

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from ioh.iums.ac.ir at 9:21 IRST on Saturday December 7th 2019

tool with means to be molded to fit the user's hand. Greeley, CO (US) patent US 6,328,494 B1. 2001 Dec. 11, 2001.

19. Michael A, Sammon s, Richard A, Ronald W, Culling K. Ergonomic tig torch. WI (Us) patent US 6,399,913 B1. 2002 Jun. 4, 2002.

20. Charles G, Debbas E. Ergonomic writing instrument. CA(Us) patent US 6,554,515 B2. 2003 Apr. 29, 2003.

21. Motamedzade M, Choobineh A, Mououdic M, Arghami S. Ergonomic design of carpet weaving hand tools. Int J Indust Ergon. (2007);37 581–7.

22. Soury S, Habibi E, Hasanzade A. Performance evaluation of 2-dimentional anthropometry method in measurement of hand dimentions. Quart J Shahid Sadoughi Uni Med Sci. 2015;7(1):1-9. [Persian]

23. Mououdi M. Comfort evaluation of penagain ergonomic pen with traditional pen (non-ergonomic). Sci J Ilam Uni Med Sci. 2012;20(3):46-56. [Persian]

24. Nadri H, Nadri A, Rohani B, Fasih RF, Aminsobhani M, Naseh I. Assessment of musculoskeletal disorders prevalence and body discomfort among dentists by visual analog discomfort scale. J Mashhad Dental School. 2015;39(4):363-72. [Persian]

25. Salmani Nodooshan H, Choobineh A, Razeghi M, Shahnazar Nezhad Khales T. Designing, prototype making and evaluating a mechanical aid device for patient transfer between bed and stretcher. Int J Occup Saf Ergon. 2017;23:491-500.

26. Haidari Moghadam R, Babamiri M, Motamedzade M, Nouri N. Assessment of local discomfort in common pencils and ergonomic pencil designed with local discomfort scale in elementary school students. J Ergon. 2018;5(3):36-40. [Persian]

27. Ghasemi C, Jafari H, Jamshidi AA. Temporal stability of torque parameters and induced perception following muscle fatigue. Modern Rehabil. 2011;4(3):6-12. [Persian]

28. Lau WY, Blazevich AJ, Newton MJ, Wu SSX, Nosaka K. Assessment of muscle pain induced by elbow-flexor eccentric exercise. J Athletic Train. 2015;50(11):1140-8.

29. Borg G. Ratings of perceived exertion and heart rates during short-term cycle exercise and their use in a new cycling strength test. Int J Sports Med. 1982;3(3):153–8.

30. Pellino T, Owen B, Knapp L. The evaluation of mechanical devices for lateral transfers on perceived exertion and patient comfort. Orthop Nurs. 2006;25(1):4–10.

31. Garg A, Owen B, Beller D. A biomechanical and ergonomic evaluation of patient transferring tasks: bed to wheelchair and wheelchair to bed. Ergonomics. 1991;34(3):289–312.

32. Zhuang Z, Stobbe T, Hsiao H. Biomechanical evaluation of assistive devices for transferring residents. Appl Ergon. 1999;30(4):285–94.

33. Kee D, Karwowski W. LUBA: an assessment technique for postural loading on the upper body based on joint motion discomfort and maximum holding time. Appl Ergon. 2001;32(4):357–66.

34. Saberi B, Damirloojamaat B. A new invention to transfer the patients from ordinary hospital beds to surgical beds and vice versa in two states of railing and transferring, a pictorial review. MOJ Orthop Rheumatol. 2014;1(4):1–2. [Persian]

35. Faucher M, Joncas M-L, Brulotte D, inventors assignee Lift apparatus and system. patent United States patent US 8,910,325 B2. 2014.

36. Salmani Nodooshan H, Choobineh A, Razeghi M, Shahnazar Nezhad Khales T. Ergonomic evaluation of client transfer between bed and stretcher through common way and using mechanical patient transfer aid device. Iran Occup Health J. 2016;13(5):1-10. [Persian]

37. Capaldi G, Sinreich MG. Lift aid inc, assignee. Patient lift mechanism. United States patent US 5,809,591. 1998 Sep 22.

38. Aptel M, Aublet-Cuvelier A, Cnockaert JC. Work-related musculoskeletal disorders of the upper limb. Joint Bone Spine. 2002;69(6):546–55.

39. Smith-Zuzovsky N, Exner C. The effect of seated positioning quality on typical 6-and 7-year-old children's object manipulation skills. Am J Occup Ther. 2004;58(4):380-8.

40. Kavak ST, Bumin G. The effects of pencil grip posture and different desk designs on handwriting performance in children with hemiplegic cerebral palsy. J Pediatr. 2009;85(4):346-52.

41. Dehghan N, Choobineh A, Razeghi M, Hasanzadeh J, Irandoost M. Designing a new computer mouse and evaluating some of its functional parameters. J Res Health Sci. 2014; 14(2): 132-135.

42. Asadollahi S, Dianat I, Nedaei M. Effects of handle shape of sewing scissors on user performance, tool usability and hand and finger discomfort. Iran Occup Health J. 2018;15(2):1-9. [Persian]

www.SID.ir