بررسی کاربردپذیری نمونه های مختلف پیپت‌های مکانیکی دستی به منظور تعیین بهترین نوع

محمد حسن صفریان[۱]- سید ابوالفضل ذاکریان[۲]*- جبرئیل نسل سراجی[۳] - کمال اعظم[۴]

zakerian@sina.tums.ac.ir

تاریخ دریافت: ۹۳/۱۲/۱۳ تاریخ پذیرش: ۹۴/۵/۱۸

چکیده

مقدمه: در مشاغل آزمایشگاهی با توجه به ماهیت کاری، طیف گسترده‌ای از ابزارآلات دستی مورداستفاده قرار می گیرد. استفاده طولانی‌مدت و تکراری از این ابزارآلات باعث شده است که کارکنان آزمایشگاه‌ها اغلب از اختلالات اندام فوقانی رنج ببرند. مطالعه حاضر با هدف بررسی کاربردپذیری انواع مختلف پیپت های مورداستفاده در آزمایشگاه های دانشگاه علوم پزشکی تهران به کمک روش های ارزیابی ذهنی کاربردپذیری برای انتخاب بهترین نوع طراحی و اجرا گردید.

روش کار: این مطالعه مقطعی به‌صورت توصیفی- تحلیلی و بر روی ۳۵ نفر از کارکنان شاغل در آزمایشگاه های دانشگاه علوم پزشکی تهران انجام پذیرفت. در ابتدا ۴ نوع از پرکاربردترین پیپت های موجود در آزمایشگاه‌ها انتخاب و ویژگی‌های مربوط به کاربردپذیری آن ها شامل جنبه های فیزیکی و طراحی با استفاده از مقیاس آنالوگ بصری(VAS) مورد بررسی قرار گرفت. قضاوت در رابطه با کاربردپذیری پیپت ها نیز با توجه به معیارهای ارایه شده توسط سازمان جهانی استاندارد به شماره (۱۹۹۸) ۱۱-۹۲۴۱ و (۲۰۰۶) ۲-۲۰۲۸۲ انجام پذیرفت. تجزیه تحلیل داده ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS ویرایش ۲۲ صورت گرفت.

یافته ها: ارزیابی کلی کاربران در رابطه با ویژگی های پیپت ها نشان داد که بیشترین نمره مقیاس VAS متعلق به پیپت A و پس از آن به ترتیب مربوط به پیپت های C و D می باشد. پیپت B به‌عنوان نامطلوب‌ترین پیپت از منظر کاربران انتخاب گردید. نتایج مربوط به معیارهای کاربردپذیری پیپت ها نشان داد از بین ۴ نوع پیپت مورد بررسی، پیپت A در ۲ معیار (رضایت و اثربخشی) از ۳ معیار مورد بررسی دارای رتبه اول بود و در معیار کارایی رتبه اول به پیپت C و رتبه دوم به پیپت A تعلق گرفت. پیپت نوع B در کلیه معیارها بدترین شرایط را به دست آورد.

نتیجه گیری: پیپت های کوتاهتر و سبک تر که مطابق با اصول ارگونومیک طراحی شده است دارای کاربردپذیری بالاتری از نظر کاربران بوده و می تواند باعث ارزیابی ذهنی بهتر آن ها نسبت به دیگر نمونه ها گردد..

کلمات کلیدی: *کاربردپذیری، پیپت، اختلالات اسکلتی- عضلانی، اندام فوقانی*

۱- کارشناس ارشد ارگونومی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی، تهران
۲- دانشیار، گروه بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی، تهران
۳- استاد، گروه بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی، تهران
۴- دانشیار، گروه آمار زیستی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی، تهران

مقدمه

کار آزمایشگاهی از جمله مشاغلی است که با توجه به ماهیت کاری، طیف گسترده‌ای از ابزارآلات دستی در آن مورداستفاده قرار می‌گیرد. استفاده طولانی‌مدت و تکراری از این ابزارآلات باعث شده است که کارکنان آزمایشگاه‌ها اغلب از اختلالات اندام فوقانی رنج ببرند. ازجمله وسایل پرکاربرد در آزمایشگاه‌ها می‌توان به انواع مختلف پیپت اشاره کرد. کار با پیپت شامل حرکات تکراری انگشت شست، انگشتان و مچ دست می‌باشد که فشار عضلانی در انگشت شست در هنگام کار با آن‌ها بالا است (Bjorksten *et al.,* 1994; David and Buckle, 1997; Fredriksson, 1995).

مطالعات انجام پذیرفته در بین کسانی که در محیط‌های آزمایشگاهی از پیپت‌های مکانیکی استفاده می‌کنند، شیوع بالای شکایت مربوط به آرنج و دست را در بین این افراد نشان داده است (David and Buckle, 1997). کار با پیپت باعث ایجاد حرکات تکراری و فشار عضلانی در اندام فوقانی و به‌ویژه انگشتان و مچ دست شده و باعث انحراف این نواحی از حالت طبیعی خود می‌گردد (Bjorksten *et al.,* 1994; David and Buckle, 1997; Fredriksson, 1995; Lintula and Nevala, 2006). مطالعه انجام شده توسط بیجرکسون و همکاران نشان داد که استفاده از پیپت بیش از ۳۰۰ ساعت در سال با افزایش خطر ابتلاء به اختلالات دست و شانه همراه می‌باشد (Bjorksten *et al.,* 1994).

ابزارهای دستی جزء محصولاتی هستند که استفاده از آنان باید برای کاربران راحت، اثربخش و قابل‌اطمینان باشد. استفاده از ابزارهای دستی در مشاغل ممکن است بر سلامتی، آسایش، استرین بیومکانیکی و عملکرد کاری کاربران اثر بگذارد. برای ایجاد بهترین تناسب ممکن میان کاربر و محصول مورد استفاده، محصولات باید از دیدگاه خود کاربران نیز مناسب و مطلوب باشند (Sormunen and Nevala, 2013). با بهبود کاربردپذیری ابزاردستی ازجمله پیپت‌ها، رضایت و بهره‌وری شغل مربوطه، ارتقاء پیدا می‌کند. طبق تعریف استاندارد ISO-9241-11 کاربردپذیری این‌گونه تعریف می‌شود که تا چه حد یک محصول می‌تواند توسط کاربران برای رسیدن به اهداف تعیین‌شده ازجمله اثربخشی، بهره‌وری و رضایت در یک زمینه مشخص استفاده شود (SFS-EN ISO 9241-11, 1998). هم‌چنین کاربردپذیری به‌عنوان ترکیبی از ویژگی‌های مختلف ازجمله توانایی یادگیری، کارایی، میزان خطا و رضایت‌مندی تعریف‌شده است (Hix and Hartson, 1993).

با کمک بررسی‌های ارگونومی و مطالعه کاربردپذیری می‌توان مسایلی را که باعث افزایش رضایت کاربر از محصول می‌شود، شناسایی کرد (Green and Jordan, 1999). از طرفی می‌توان تعامل نظام‌مند کاربران با یک محصول یا سیستم را تحت شرایط کنترل‌شده و به‌وسیله انجام یک کار طبق یک سناریوی کاربردی، بررسی نموده و از طریق ارتقاء کاربردپذیری ابزاردستی، کارایی، کیفیت و بهره‌وری شغلی و نیز ایمنی و راحتی کاربر را بهبود بخشید (Kuijt-Evers *et al.,* 2004; Wichansky, 2000; Kuijt-Evers *et al.,* 2007; Kardborn, 1998; You *et al.,*2005).

ارزیابی ذهنی کاربردپذیری ازجمله روش هایی است که در آن با استفاده از ارزیابی ذهنی کاربردپذیری محصولات توسط کاربران آن می‌توان محصولی را که دارای کارایی، اثربخشی و نیز دارای رضایت بیشتری از سوی کاربران می‌باشد،

شناسایی نمود (Spielholz *et al.*, 2001). بر طبق بررسی های انجام شده تاکنون هیچ گونه پژوهشی در زمینه بررسی کاربرد پذیری محصولات و به‌ویژه انواع مختلف پیپت در کشور ما انجام نشده است. به همین منظور مطالعه حاضر با هدف بررسی کاربردپذیری انواع مختلف پیپت مورداستفاده در آزمایشگاه های دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی تهران با استفاده از روش های ارزیابی ذهنی کاربردپذیری برای انتخاب بهترین نوع پیپت طراحی و اجرا گردید.

روش کار

جمعیت موردمطالعه

این مطالعه توصیفی- تحلیلی و مقطعی بر روی تکنسین های آزمایشگاه های دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی تهران که از پیپت های مکانیکی برای نمونه گیری های آزمایشگاهی استفاده می کردند، انجام پذیرفت. معیار ورود افراد به مطالعه عبارت بود از: افرادی که دارای حداقل ۷ سال سابقه کار در آزمایشگاه هستند و طی روز حداقل ۱ ساعت با پیپت مکانیکی کار انجام می دهند (Sormunen and Nevala, 2013). این افراد که در مجموع ۶۱ نفر بودند، در ۳۸ آزمایشگاه این دانشکده در گروه های آموزشی بهداشت محیط، تغذیه، انگل شناسی، حشره شناسی پزشکی، ایمونولوژی، میکروب شناسی و ویروس شناسی به فعالیت می کردند. با توجه به نتایج مطالعه سورمنان و همکاران (Sormunen and Nevala, 2013)، انحراف معیار عامل ارزیابی کلی (Overall Evaluation) مربوط به پیپتی که بالاترین امتیاز را بین سایر پیپت ها داشت (δ=12)، برای برآورد میانگین ارزیابی کلی این مطالعه در سطح اطمینان ۹۵ درصد و با در نظر گرفتن حد اشتباه d=4 مورد استفاده قرار گرفت که در نهایت حداقل حجم نمونه از طریق رابطه زیر ۳۵ نفر محاسبه گردید:

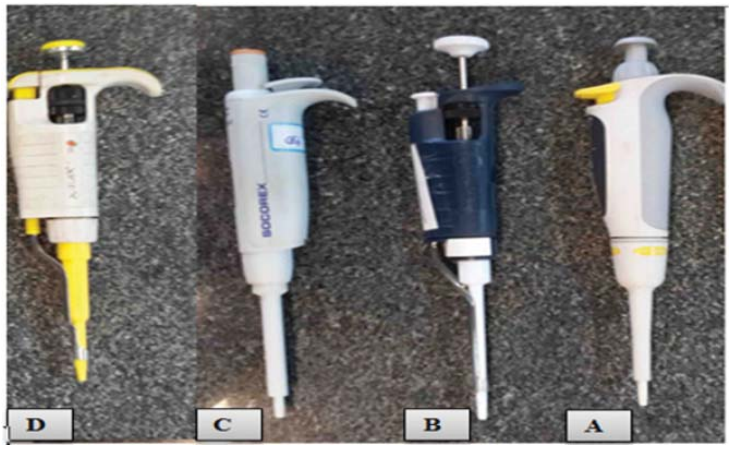
$$N = \frac{Z^2_{1-\alpha} \times \delta^2}{d^2}$$

با توجه به این‌که تکنسین های آزمایشگاه ها در ۷ گروه مختلف مشغول به فعالیت بودند و بهطور متوسط در هر گروه تقریبا ۹ تکنسین حضور داشتند، برای دست یابی به حجم نمونه موردنظر، از هر گروه ۵ نفر به صورت تصادفی انتخاب شد. قبل از انجام هرگونه ارزیابی فرم رضایت‌نامه در خصوص شرکت در مطالعه تهیه و بین کارکنان هدف توزیع گردید. کلیه افراد شرکت‌کننده در این مطالعه فرم رضایت شرکت در مطالعه را تکمیل نمودند. برای جمع آوری اطلاعات شخصی و شغلی افراد شامل سن، جنس، وزن، قد، سابقه شغلی، ماهیت کار انجام‌شده ازجمله تکرار و طول مدت پیپت زدن، پرسش‌نامه ای تنظیم و در اختیار افراد قرار داده شد.

پیپت های مورد ارزیابی

الف) انتخاب پیپت ها: در این مطالعه چهار پیپت دستی مکانیکی تک کاناله مورد ارزیابی قرار گرفت. انتخاب این نمونه ها بر اساس بررسی اولیه در آزمایشگاه های دانشگاه و با توجه به انواع رایج موجود در این آزمایشگاه ها انجام پذیرفت. تصویر پیپت های مورد ارزیابی و خصوصیات فیزیکی آن‌ها به ترتیب در شکل ۱ و جدول ۱ ارایه گردیده است.

ب) تعیین خصوصیات فیزیکی پیپت: وزن پیپت ها توسط ترازوی دقیق KS-۰۰۳ اندازه گیری شد. جهت اندازه گیری طول، حداکثر حد دسترسی انگشت شست و قطر دور دسته پیپت ها (محیط پیپت) از متر نواری استفاده شد. منظور از طول



شکل ۱. پیپت‌های مورد بررسی در مطالعه

جدول۱: مشخصات فیزیکی پیپت های مورد بررسی

پیپت	نام تجاری	وزن (گرم)	طول (سانتی‌متر)	حد دسترسی انگشت شست(سانتی‌متر)	قطر دور دسته پیپت (سانتی‌متر)	حجم پیپت (میکرو لیتر)
A	Brand Transferpette®	۸۶/۴۰	۲۳/۵۰	۲/۲	۱۰/۰۰	۱۰-۱۰۰
B	®Gilson PIPETMAN Neo	۱۱۴/۰۰	۲۵/۵۰	۳/۵۰	۱۰/۰۰	۱۰-۱۰۰
C	Socorex Acura® manual 825	۸۷/۰۰	۲۴/۰۰	۳/۰۰	۱۰/۰۰	۱۰-۱۰۰
D	Orange Scientific TIPOR-VL	۱۰۳/۵۰	۲۴/۵۰	۳/۰۰	۱۰/۵۰	۱۰-۱۰۰

پیپت محل شروع قسمت تکیه گاه انگشت تا قسمت انتهایی نوک پیپت بود. حداکثر حد دسترسی انگشت شست عبارت بود از ابتدای قسمت تکیه-گاه انگشت تا سطح بالای پیستون پیپت ها هنگامی‌که پیپت روی بیشترین حجم تنظیم‌شده است و محیط پیپت عبارت بود از قطر دور دسته پیپت ها در سطح انگشت وسط دست افراد (Lichty *et al.,* 2011).

ج) تعیین ویژگی‌های مختلف پیپت: ویژگی‌های مربوط به کاربردپذیری انواع مختلف پیپت با استفاده از مقیاس آنالوگ بصری(VAS) مورد بررسی قرار گرفت. VAS ازجمله مقیاس های خطی و به‌عنوان یکی از روش های ارزیابی ذهنی در مطالعات متعدد مورد استفاده قرارگرفته است (Sormunen and Nevala, 2013; Lintula and Nevala, 2006; Lichty *et al.,* 2011; Toivonen *et al.,* 2011; Nevala and Tamminen Peter, 2004; Kirvesoja *et al.,* 2000; Gallagher *et al.,* 2002). این مقیاس یک خط با طول صد میلی متر می باشد که نقطه ابتدایی آن صفر (نامطلوب) و نقطه انتهایی آن ۱۰۰ (مطلوب) است. نمره Visual Analog Scale (VAS)، فاصله اندازه گیری شده (بیان‌شده برحسب میلی متر) از نقطه صفر است. شرکت‌کنندگان نظر خود را درباره ویژگی‌های مختلف محصولات به‌وسیله مشخص کردن نقطه‌ای روی این خط مشخص می‌کنند. هرچه ارزیابی کاربر به عدد صد نزدیک تر باشد. به این معنی است که ارزیابی ذهنی کاربر (استنباط فرد) از ویژگی موردنظر مطلوب تر می باشد و هر چه به عدد صفر نزدیک تر باشد ارزیابی ذهنی کاربر (استنباط فرد) از آن ویژگی مورد بررسی نا مطلوب تر خواهد بود.

ویژگی‌های مربوط به کاربردپذیری انواع مختلف

پیپت که با توجه به مطالعات دیگر انتخاب گردیدند عبارت بود از: شکل پیپت، طول پیپت (درک کاربر از بلندی یا کوتاهی پیپت)، وزن پیپت (میزان سنگینی احساس شده توسط کاربر)، تعادل پیپت در دست کاربر، شکل مربوط به قسمت تکیه‌گاه انگشت، سهولت کار با دکمه عمل‌کننده، شکل دکمه عمل‌کننده، ارتفاع دکمه عمل‌کننده، سبکی دکمه عمل‌کننده، سهولت کار با دکمه حذف‌کننده نوک پیپت، محل دکمه حذف‌کننده نوک پیپت، شکل دکمه حذف‌کننده نوک پیپت، سبکی دکمه حذف‌کننده نوک پیپت، محل صفحه نمایش روی بدنه، وضوح صفحه نمایش، راحتی تنظیم حجم پیپت، دقت در کشیدن مایع و راحتی گرفتن پیپت در دست (Lintula and Nevala, 2006; Sormunen and Nevala, 2013).

با توجه به این‌که مطالعه حاضر اولین بررسی در کشور ما است که از این مقیاس برای ارزیابی کاربردپذیری پیپت‌ها استفاده کرده است، قبل از انجام ارزیابی ها، پایایی آن با استفاده از روش آلفای کرونباخ و تست آزمون - باز آزمون مورد آزمون قرار گرفت. برای این منظور۱۰ نفر از شاغلین آزمایشگاه ها به‌صورت تصادفی انتخاب و در دو مرحله بافاصله یک هفته از یک‌دیگر مورد ارزیابی قرار گرفتند. پس از ورود داده ها به نرم‌افزار SPSS ویرایش ۲۲ و انجام آزمون، مقدار ICC =0/85 تعیین گردید که مقادیر قابل‌قبولی برای پایایی یک روش می باشد. هم‌چنین این چک‌لیست توسط چند متخصص ارگونومی ازنظر روایی محتوا مورد تأیید قرار گرفت.

تعیین معیارهای کاربردپذیری

از جمله استانداردهایی که در مورد بررسی کاربرد پذیری محصولات وجود دارد می توان به استاندارد ایزو (۱۹۹۸) ۱۱-۹۲۴۱ و ایزو (۲۰۰۶) ۲۰۲۸۲ اشاره کرد. با توجه به این دو استاندارد، معیارهای مورد نظر برای اندازه‌گیری کاربردپذیری محصول میزان رضایت، اثربخشی و کارایی می باشد. در این مطالعه معیار رضایت با استفاده از روش ارزیابی ذهنی VAS اندازه‌گیری گردید. اثربخشی با توجه به تعداد خطاها در طول پیپت زدن (ثبت شده توسط مشاهده گر) طبق سناریو تعریف‌شده تعیین شد. معیار تعیین کارایی نیز، میزان زمان اتمام پیپت زدن بود که توسط کرنومتر ثبت گردید (ISO 20282-1, 2006; ISO 20282-2, 2006; Lichty *et al.,* 2011; SFS-EN ISO 9241-11, 1998).

سناریوی مورداستفاده به‌منظور شبیه سازی کار

برای انجام آزمایش، سناریوای بر اساس وظایف کاربران پیپت در آزمایشگاه طراحی گردید تا افراد این سناریو را برای هریک از پیپت ها انجام دهند. لازم به ذکر است که پیپت های مورد بررسی به صورت تصادفی و از طریق روش قرعه کشی برای هر فرد انتخاب گردید و شاهد هر فرد در کار با هر نوع پیپت خودش بود. سناریوی مربوطه شامل مراحل زیر بود:

الف) وصل کردن نوک پیپت: ابتدا شرکت کنندگان یک نوک پیپت را از جعبه مخصوص نوک پیپت ها، حاوی ۸ تا۱۲ قطعه، که حدود ۳۰-۲۰ سانتی‌متر مقابل شرکت‌کنندگان بر روی میز قرارگرفته بود، برداشتند. شرکت‌کنندگان نوک پیپت را در محل موردنظر در قسمت انتهایی پیپت قرار دادند (گذاشتن نوک سه بار برای انتقال حجم های ۱۰، ۴۰ و ۵۰ میکرو لیتر تکرار شد).

ب) توزیع مایع از یک لوله آزمایش به درون

یک میکروپلیت: در این مرحله شرکت‌کنندگان نمونه هایی با حجم های متفاوت را از یک لوله آزمایش به درون یک میکروپلیت انتقال دادند تا حجم کلی ۱۰۰ میلی لیتر به دست آید. سپس حجم ۱۰ میکرو لیتر را توسط فشردن دکمه عمل کننده پیپت جمع آوری کردند . سپس با فشردن دوباره دکمه عمل کننده، نمونه را به درون میکروپلیت که در مقابل آن‌ها قرار دارد وارد کردند. در ادامه شرکت‌کنندگان بعد از تنظیم حجم پیپت به ترتیب حجم های ۴۰ و ۵۰ میکرو لیتر را به درون ظرف خالی انتقال دادند.

ج) خارج کردن نوک: شرکت‌کنندگان دکمه حذف‌کننده نوک پیپت را پس از هر مرحله خارج کردن نمونه (به حجم‌های ۱۰، ۴۰ و ۵۰ میکرو لیتر) فشار دادند تا نوک به داخل ظرفی که در مقابل آن‌ها بر روی میز قرار دارد، بیفتد.

قبل از شروع سناریو، آموزش های لازم درباره نحوه انجام صحیح وظایف در سناریو به شرکت‌کنندگان داده شد. هم‌چنین به‌منظور آشنایی افراد با انواع مختلف پیپت، شرکت‌کنندگان اجازه داشتند که قبل از انجام آزمایش به‌صورت آزمایشی با انواع مختلف کار کنند.

انجام آزمایش

در آغاز اندازه گیری، جعبه نوک پیپت ها و نمونه لوله ها و میکرو پلیت ها با توجه به اولویت افراد در اختیارشان قرار گرفت تا در طول مطالعه به‌طور ثابت از آن‌ها استفاده کنند. به‌طور متوسط بین آزمون هر پیپت ۱۰ دقیقه زمان استراحت داده شد. قبل از کار با پیپت، شرکت‌کنندگان اجازه داشتند که صندلی خود را مطابق با ارتفاع آرنج‌شان و به‌دلخواه تنظیم نمایند. این تنظیمات در طول مطالعه ثابت و برای کلیه افراد مورد مطالعه یکسان در نظر گرفته شد. انجام آزمایش در طول روز کاری (بین ساعت ۱۲ تا ۱۰) و در محیط آزمایشگاهی افراد مورد مطالعه صورت گرفت. درنهایت هرکدام از افراد موردمطالعه وظایف شرح داده‌شده در سناریو را برای هر ۴ نوع پیپت انجام دادند. زمان انجام سناریو توسط افراد مورد مطالعه برای هر ۴ نوع پیپت بین ۳-۵ دقیقه بود.

تجزیه‌وتحلیل داده ها

برای تجزیه تحلیل داده ها از نرم‌افزار SPSS ویرایش ۲۲ استفاده گردید. برای تعیین میانگین و انحراف معیارها از آزمون آماری توصیفی و به‌منظور مقایسه میانگین هر یک از ویژگی‌های پیپت ها و معیارهای کاربردپذیری در بین ۴ نوع پیپت مورد بررسی از آزمون آماری غیرپارامتری کروسکال- والیس استفاده گردید. آزمون ها در سطح معناداری ۹۵% با ۵%= α انجام پذیرفت.

یافته ها

خصوصیات دموگرافیک افراد موردمطالعه در جدول ۲ ارایه گردیده است. از بین شرکت‌کنندگان در مطالعه (۳۵ نفر)، ۲۰ نفر (۵۷/۱%) را مردان و ۱۵ نفر (۴۲/۹%) را زنان تشکیل دادند. میانگین و انحراف معیار سن افراد موردمطالعه به ترتیب ۳۶/۲۵ و ۲/۲۷ می باشد. هم‌چنین این مقادیر برای سابقه کاری به ترتیب ۱۱/۷۷ و ۲/۳۵ ثبت گردید. تعداد ۲۸ نفر (۸۰%) از شرکت‌کنندگان راست‌دست و ۷ نفر (۲۰%) از آن‌ها چپ دست بودند.

نتایج ارزیابی ویژگی‌های پیپت های موردمطالعه (A، B، C، D) ، با استفاده از مقیاس

جدول ۲. ویژگی‌های شخصی و شغلی افراد موردمطالعه (n=۳۵)

ویژگی‌های شخصی و شغلی	میانگین	انحراف معیار	حداقل	حداکثر
سن (سال)	۳۶/۲۵	۲/۲۷	۳۲	۴۰
قد(سانتی‌متر)	۱۷۴/۰۲	۹/۹۱	۱۵۸	۱۹۲
وزن (کیلوگرم)	۷۵/۰۵	۱۰/۷۷	۵۲	۹۵
سابقه کار(سال)	۱۱/۷۷	۲/۳۵	۷	۱۵
طول مدت پیپت زدن(دقیقه)	۱۰۸	۶۱/۳۹	۶۰	۲۴۰
دفعات پیپت زدن در دقیقه	۱۱/۲۸	۵/۱۹	۵	۲۰

جدول ۳: انحراف معیار ± میانگین نمرات مربوط به ویژگی‌های پیپت‌های مورد بررسی و مقایسه آنها

	نوع پیپت				
نمره مقیاس VAS ویژگی‌های پیپت	A	B	C	D	*P-Value
شکل پیپت	۸۶/۰۰±۱/۵۹	۴۸/۲۸±۲/۶۰	۸۷/۷۱±۱/۷۹	۶۵/۷۱±۲/۴۳	<۰/۰۰۱
طول پیپت	۸۴/۵۷±۱/۸۹	۴۸/۰۰±۲/۴۵	۸۶/۸۵±۲/۰۴	۸۳/۱۴±۱/۹۱	<۰/۰۰۱
وزن پیپت	۸۷/۷۱±۱/۸۸	۳۸/۸۵±۱/۴۰	۸۲/۸۵±۱/۷۱	۵۸/۵۷±۲/۰۶	<۰/۰۰۱
تعادل پیپت در دست	۸۶/۲۸±۱/۷۴	۴۲/۵۷±۱/۹۳	۸۰/۵۷±۱/۸۸	۶۵/۴۲±۱/۸۴	<۰/۰۰۱
شکل تکیه‌گاه انگشت	۸۶/۸۵±۱/۷۷	۴۷/۷۱±۲/۰۱۱	۸۰/۵۷±۲/۲۱	۷۸/۰۰±۱/۳۴	<۰/۰۰۱
سهولت کار با دکمه عمل‌کننده	۸۸/۸۵±۱/۹۱	۴۶/۸۵±۱/۶۲	۸۵/۴۲±۲/۲۱	۷۳/۴۲±۱/۹۳	<۰/۰۰۱
شکل دکمه عمل‌کننده	۸۳/۱۴±۱/۷۷	۶۱/۷۱±۱/۳۲	۸۰/۰۰±۱/۷۴	۷۵/۱۴±۱/۸۵	<۰/۰۰۱
ارتفاع دکمه عمل‌کننده	۸۷/۴۲±۱/۶۵	۵۹/۷۱±۱/۳۹	۸۵/۴۲±۱/۶۵	۶۹/۱۴±۱/۹۳	<۰/۰۰۱
سبکی دکمه عمل‌کننده	۸۸/۲۸±۱/۷۱	۵۶/۸۵±۱/۷۲	۸۲/۸۵±۲/۰۲	۶۶/۲۸±۱/۷۹	<۰/۰۰۱
سهولت کار با دکمه حذف‌کننده نوک پیپت	۸۵/۴۲±۱/۹۸	۳۴/۲۸±۲/۰۲	۷۰/۲۸±۱/۱۹	۶۴/۰۰±۱/۸۴	<۰/۰۰۱
محل دکمه حذف‌کننده‌ی نوک پیپت	۸۶/۴۲±۱/۹۸	۷۸/۲۸±۱/۸۱	۶۷/۱۴±۲/۱۱	۷۹/۴۲±۱/۲۹	<۰/۰۰۱
شکل دکمه حذف‌کننده نوک پیپت	۸۶/۰۰±۱/۵۴	۶۰/۵۷±۱/۴۱	۷۸/۸۵±۱/۸۲	۶۳/۴۲±۱/۸۳	<۰/۰۰۱
سبکی دکمه حذف‌کننده نوک پیپت	۸۵/۴۲±۱/۷۵	۴۴/۲۸±۱/۸۹	۷۹/۷۱±۲/۲۱	۶۴/۰۰±۱/۸۸	<۰/۰۰۱
محل صفحه نمایش روی بدنه	۸۷/۴۲±۱/۹۳	۳۳/۱۴±۱/۷۷	۸۳/۱۴±۱/۹۵	۴۶/۸۵±۱/۹۹	<۰/۰۰۱
وضوح صفحه نمایش	۸۵/۷۱±۱/۹۷	۴۹/۱۴±۱/۳۸	۸۶/۵۷±۱/۶۳	۵۱/۱۴±۱/۸۶	<۰/۰۰۱
راحتی تنظیم حجم پیپت	۸۶/۰۰±۱/۸۴	۴۲/۰۰±۱/۸۲	۸۲/۲۸±۱/۸۷	۴۶/۰۰±۱/۷۱	<۰/۰۰۱
دقت در کشیدن مایع	۸۳/۴۲±۱/۰۸	۶۸/۵۷±۱/۳۶	۷۵/۷۱±۱/۹۳	۶۳/۴۲±۱/۶۸	<۰/۰۰۱
راحتی گرفتن پیپت در دست	۸۷/۱۴±۱/۶۶	۴۶/۲۸±۱/۷۴	۸۵/۱۴±۱/۹۸	۶۲/۸۵±۱/۸۵	<۰/۰۰۱
ارزیابی کلی	۸۶/۲۲±۰/۹۹۷	۵۰/۳۹±۰/۸۱۴	۸۱/۱۲±۰/۹۴۰	۶۵/۳۳±۰/۹۳۶	<۰/۰۰۱

* آزمون کروسکال- والیس با سطح اطمینان ۹۵٪

VAS در جدول ۳ ارایه گردیده است. نتایج نشان داد بیشترین میانگین نمره مقیاس VAS برای ویژگی‌های راحتی تنظیم حجم پیپت، وزن پیپت، تعادل پیپت در دست، شکل مربوط به تکیه گاه انگشت، سهولت کار با دکمه عمل کننده، شکل دکمه عمل کننده، ارتفاع دکمه عمل کننده، سبکی دکمه عمل کننده، سهولت کار با دکمه حذف‌کننده نوک پیپت، شکل دکمه حذف‌کننده نوک پیپت، سبکی دکمه حذف‌کننده نوک پیپت، محل صفحه نمایش روی بدنه و راحتی گرفتن پیپت در دست متعلق به پیپت A می باشد. برای این ویژگی ها پیپت های C، D و B در رده های بعد قرار گرفتند. هم‌چنین برای ویژگی های شکل پیپت، طول پیپت و وضوح صفحه نمایش بیشترین میانگین نمره مقیاس VAS به پیپت C اختصاص یافت. پیپت های A، D و B نیز برای این ویژگی ها در رده های بعد قرار گرفتند. برای ویژگی محل دکمه حذف‌کننده نوک پیپت نیز بیشترین

جدول ۴. جدول توصیفی و تحلیلی مربوط به معیارهای کاربردپذیری

	نوع پیپت				
	A	B	C	D	
	میانگین± انحراف معیار	میانگین± انحراف معیار	میانگین± انحراف معیار	میانگین± انحراف معیار	*P-Value
رضایت(نمره مقیاس VAS)	۸۸/۸۵±۱/۲۸	۴۱/۴۲±۱/۳۶	۸۵/۷۱±۱/۶۰	۶۸/۸۵±۱/۲۸	<۰/۰۰۱
اثربخشی(تعداد خطای کاربر)	۱/۰۸±۰/۱۶۵	۱/۱۷±۰/۲۵۹	۱/۱۷±۰/۱۷۶	۱/۶۲±۰/۲۳۲	۰/۰۰۱
کارایی(زمان اتمام پیپت زدن-ثانیه)	۴۰/۴۵±۰/۶۲۳	۵۴/۱۱±۱/۰۴	۳۹/۷۷±۰/۵۹۸	۴۷/۶۲±۰/۸۹۵	<۰/۰۰۱

*آزمون کروسکال- والیس با سطح اطمینان ۹۵٪

میانگین نمره مقیاس VAS به پیپت A تعلق گرفت. پیپت های B، D و C نیز برای این ویژگی ها در رده های بعد قرار گرفتند. درنهایت بیشترین میانگین نمره مقیاس VAS برای ویژگی دقت در کشیدن مایع به پیپت A تعلق گرفت. پیپت های B، C و D نیز برای این ویژگی در رده های بعد قرار گرفتند. هم‌چنین ارزیابی کلی کاربران در رابطه با مطلوبیت پیپت ها که با توجه به حاصل میانگین تمامی ویژگی های مورد بررسی تعیین گردید نشان داد که بیشترین نمره مقیاس VAS با میانگین ۸۶/۲۲ متعلق به پیپت A و پس از آن به ترتیب مربوط به پیپت های C و D می باشد. پیپت B نیز با میانگین ۵۰/۳۹ به‌عنوان نامطلوب‌ترین پیپت از منظر کاربران انتخاب گردید.

نتایج حاصل از آزمون کروسکال والیس نشان داد اختلاف معناداری در میانگین نمره مقیاس VAS هر یک از ویژگی‌های پیپت های موردمطالعه در ۴ نوع پیپت مورد بررسی وجود دارد که این تفاوت ازلحاظ آماری معنادار می باشد (P<001/0).

نتایج مربوط به معیارهای کاربردپذیری ۴ نوع پیپت مختلف در جدول ۴ ارایه گردیده است. بیشترین میانگین نمره مقیاس VAS برای معیار رضایت پیپت مربوط به پیپت A و پس از آن به ترتیب مربوط به پیپت C و پیپت D می باشد. کمترین میانگین نمره مربوط به پیپت B می‌باشد. با توجه به این مطلب کاربران رضایت‌مندی بیشتری از پیپت A نسبت به سایر پیپت‌ها داشتند. کمترین میانگین تعداد خطای کاربر برای معیار اثربخشی مربوط به پیپت A و پس از آن به ترتیب مربوط به پیپت C و پیپت D می‌باشد. بیشترین میانگین تعداد خطای کاربر برای معیار اثربخشی مربوط به پیپت B می‌باشد. با توجه به این مطلب اثربخشی پیپت A نسبت به سایر پیپت‌ها بیشتر بوده است. کمترین میانگین میزان زمان اتمام پیپت زدن برای معیار کارایی مربوط به پیپت C و پس از آن به ترتیب مربوط به پیپت A و پیپت D می‌باشد. بیشترین میانگین میزان زمان اتمام پیپت زدن برای معیار کارایی مربوط به پیپت B می‌باشد. با توجه به این مطلب کارایی پیپت C نسبت به سایر پیپت‌ها بیشتر بوده است. نتایج حاصل از آزمون کروسکال- والیس نشان داد که بین میانگین های معیارهای کاربردپذیری در ۴ نوع پیپت مورد بررسی تفاوت وجود دارد و این تفاوت از لحاظ آماری معنادار می باشد (P<001/0).

بحث

مطالعه حاضر با هدف بررسی کاربردپذیری انواع مختلف پیپت ها در آزمایشگاه های دانشگاه علوم پزشکی تهران با استفاده از روش های ارزیابی ذهنی برای انتخاب بهترین نوع انجام پذیرفت. نتایج حاصل از بررسی ویژگی پیپت های مورد بررسی نشان داد بالاترین میانگین نمره مقیاس

VAS در ۱۵ مورد از ۱۸ ویژگی مورد بررسی به پیپت A تعلق گرفت. میانگین نمره پیپت C در ۳ مورد از ویژگی‌های مورد بررسی دارای رتبه اول شد. این در صورتی بود که از بین ۱۸ ویژگی مورد بررسی پیپت B در ۱۶ مورد کمترین میانگین نمره را به دست آورد. هم‌چنین ارزیابی کلی کاربران در رابطه با مطلوبیت پیپت ها نشان داد که بیشترین نمره متعلق به پیپت A و پس از آن به ترتیب مربوط به پیپت های C و D می باشد. پیپت B نیز به‌عنوان نامطلوب‌ترین پیپت از منظر کاربران انتخاب گردید. همان‌گونه که از مشخصات فیزیکی پیپت های مورد بررسی مشخص است وزن، طول و حد دسترسی انگشت شصت پیپت A در کمترین مقدار نسبت به دیگر پیپت ها می باشد. هم‌چنین طراحی ارگونومیک بدنه، قسمت تکیه گاه انگشت، طراحی بزرگ و مناسب دکمه عمل‌کننده و دکمه حذف‌کننده نوک پیپت که باعث قرارگیری راحت انگشت شست جهت فشردن این دکمه ها می شود، ازجمله برتری های این نوع نسبت به دیگر انواع می باشد. وجود این خصوصیات باعث ارزیابی ذهنی بهتر کاربران در مورد پیپت A نسبت به دیگر انواع شده است. در مطالعات متعدد انجام پذیرفته روی ابزار دستی و به‌ویژه پیپت ها مشخص‌شده است که طراحی مناسب و ارگونومیک پیپت می تواند باعث اثر مثبت بر فعالیت های عضلانی، میزان نیروی به‌کاررفته در ماهیچه های درگیر و افزایش بهره وری و بهبود عملکرد کاربران در طول کار با پیپت شود (Lintula and Nevala, 2006; Lee and Jiang, 1999; Asundi *et al.,* 2005; Lu *et al.,* 2008). درنهایت بهبود این شرایط در پیپت ها می تواند باعث اثر مثبتی در ارزیابی ذهنی مناسب کاربران نسبت به پیپت های مورداستفاده گردد (Sabbaghian *et al.,* 1998). لی و جیانگ در مطالعه خود سه نوع پیپت را از لحاظ تفاوت عملکرد، کاربردپذیری و ارزیابی ذهنی کاربر در بین کارکنان آزمایشگاه مورد بررسی قرار دادند. نتایج مطالعه آنان نشان داد که استفاده از پیپت طراحی شده با اصول ارگونومیک می تواند منجر به ۳-۲٪ کاهش در میزان خطا در هنگام کار با پیپت، ۱۰٪ کاهش در زمان اتمام کار با پیپت و درنهایت ایجاد بالاترین رتبه در ارزیابی ذهنی کاربران نسبت به دیگر پیپت ها گردد (Lee and Jiang, 1999). پیپت B در مطالعه حاضر به عنوان نامناسب ترین نوع از نظر کاربران تعیین شد. این نوع پیپت در مطالعات سورمونن و همکاران، لینتولا و همکاران و لیچتی و همکاران نیز مورد بررسی قرار گرفته بود که در آن مطالعات نیز به عنوان نامناسب ترین نوع انتخاب شده بود (Lichty *et al.,* 2011; Lintula and Nevala, 2006; Sormunen and Nevala, 2013). در مطالعه حاضر پیپت B کمترین نمرات را از لحاظ ویژگی هایی هم‌چون شکل پیپت، تعادل پیپت در دست، راحتی گرفتن پیپت، راحتی تنظیم حجم پیپت، سهولت کار با دکمه عمل کننده، وضوح صفحه نمایش و سهولت کار با دکمه حذف کننده به دست آورد و این نتایج مشابه نتایج مطالعات دیگری بود که این نوع پیپت را نیز مورد بررسی قرار داده بودند (Lichty *et al.,* 2011; Lintula and Nevala, 2006; Sormunen and Nevala, 2013).

در مطالعه حاضر کاربردپذیری پیپت ها از طریق بررسی معیارهای رضایت، کارایی و اثربخشی مورد قضاوت قرار گرفت. نتایج نشان داد از بین ۴ نوع پیپت مورد بررسی، پیپت A در ۲ معیار (رضایت و اثربخشی) از ۳ معیار مورد بررسی دارای رتبه اول

بوده و در معیار کارایی رتبه اول به پیپت C و رتبه دوم به پیپت A تعلق گرفت. این در صورتی بود که پیپت نوع B در کلیه معیارها بدترین شرایط را به دست آورد. این نتایج بیانگر این موضوع است که کاربران بیش ترین رضایت خود را نسبت به پیپت A ابراز نموده و هم‌چنین در هنگام کار با پیپت های مختلف، کمترین خطای کاربران در هنگام کار با پیپت A ایجاد شده است. در رابطه با کارایی نیز اختلاف کم میانگین کارایی پیپت A و C و هم‌چنین اختلاف تقریبا بالای میانگین کارایی این دو نوع با دو نوع دیگر نشان‌دهنده کارایی مناسب پیپت A می باشد. نتایج حاصل در این قسمت را نیز می توان با توجه به خصوصیات فیزیکی پیپت A و C توجیه نمود. ازجمله مهم ترین خصوصیات فیزیکی اثرگذار در این نتایج می توان به سبکی و اندازه کوچک تر این مدل ها نسبت به دو نوع دیگر اشاره نمود. سورمونن و همکاران و لینتولا و همکاران در دو مطالعه جداگانه که در رابطه با بررسی کاربردپذیری چندین نوع پیپت انجام دادند، نتیجه گیری کردند که پیپت های سبک و کوتاه تر در مقایسه با پیپت های بزرگ و سنگین تر از لحاظ کاربردپذیری دارای مقبولیت بیشتری در بین کاربران نسبت به سایر پیپت ها می باشند. مشابه با مطالعه حاضر، در مطالعه آنان نیز سنگین ترین پیپت پایین ترین نمره کاربردپذیری را در بین نمونه های مورد بررسی از آن خود کرد (Lintula and Nevala, 2006; Sormunen and Nevala, 2013). در این مطالعه تفاوت معناداری در معیار کارایی بین چهار نوع پیپت مورد بررسی مشاهده گردید که مشابه نتایج مطالعه مونیکا لیچی و همکاران می‌باشد (Lichty *et al.*, 2011). در حالی‌که در مطالعه سورمونن و همکاران تفاوت معناداری در این معیار بین پیپت های مورد بررسی مشاهده نگردید و نتایج آن با نتایج مطالعه حاضر متفاوت می باشد (Sormunen and Nevala, 2013). البته باید به این نکته نیز توجه داشت که معیار سنجش کارایی در مطالعه ما با توجه به استاندارد ایزو و مدت زمان اتمام پیپت زدن بود. اما در مطالعه سورمونن و همکاران، معیار سنجش کارایی با توجه به تعداد نوک پیپت های مورد استفاده در هنگام پیپت زدن بوده است. در نتیجه ممکن است تفاوت مشاهده شده در این رابطه به علت تفاوت در نوع طراحی مطالعه و سنجش معیار مورد نظر باشد. از جمله محدودیت های مطالعه حاضر می توان به عدم استفاده از روش های عینی مانند الکترومیوگرافی برای ارزیابی فشار وارده بر عضلات در هنگام کار با پیپت های مختلف اشاره نمود. انجام این مهم می توانست باعث تحلیل واقعی تری در رابطه با انتخاب مناسب ترین پیپت از بین انواع مورد بررسی گردد. هم‌چنین با توجه به این‌که مقیاس VAS یک ابزار ذهنی بوده و مستقیماً بر اساس قضاوت ذهنی خود کاربران تنظیم شده است، احتمال این‌که نتایج آن توسط کاربران تحت تأثیر قرارگرفته باشد وجود دارد. ازجمله نقاط قوت مطالعه می توان به بدیع بودن موضوع مورد مطالعه در کشور در زمینه کاربردپذیری محصولات اشاره نمود که می تواند مقدمه ای برای سایر پژوهش ها در این زمینه گردد. هم‌چنین با توجه به گستردگی استفاده از انواع مختلف پیپت در آزمایشگاه ها و مراکز تحقیقاتی کشور، از نتایج این مطالعه می توان به‌عنوان مبنایی برای خرید پیپت های جدید برای آزمایشگاه ها استفاده کرد. بررسی کاربردپذیری پیپت ها با استفاده از معیارهای ارایه شده توسط سازمان بین المللی

استاندارد و انجام مطالعه با حجم نمونه بالاتر نسبت به دیگر مطالعات را نیز می توان به‌عنوان دیگر نقاط قوت مطالعه بیان نمود. درنهایت انجام مطالعات تکمیلی آینده‌نگر در رابطه با کاربردپذیری پیپت ها در یک دوره طولانی‌مدت به همراه استفاده توأم از روش های ذهنی و عینی در تعداد نمونه بالا می تواند درک واقع‌بینانه‌تری را در رابطه با تجهیزات مناسب برای اهداف آزمایشگاهی در اختیار قرار دهد. به‌طورکلی مطالعه حاضر پیپت آزمایشگاهی را به عنوان یک ابزاردستی از طریق معیارهای کاربردپذیری و ویژگی‌های مختلف ابزار مورد بررسی قرارداد. از این نتایج می توان به‌منظور انتخاب ابزارهای مناسب با تمرکز بر نظرات خود کاربران و هم‌چنین در دیگر مشاغل دارای کار با ابزاردستی برای ایجاد یک محیط کاری ایمن استفاده نمود.

نتیجه گیری

پیپت های کوتاه‌تر و سبک‌تر که مطابق با اصول ارگونومیک طراحی شده است، دارای کاربردپذیری بالاتری از نظر کاربران بوده و می تواند باعث ارزیابی ذهنی بهتر آن ها نسبت به دیگر نمونه ها گردد. طراحی ارگونومیک مربوط به قسمت تکیه گاه انگشت، دکمه عمل کننده و دکمه حذف کننده در افزایش رضایت کاربران از پیپت موثر می‌باشد. هم‌چنین مکان قرارگرفتن و وضوح صفحه نمایش پیپت در بهتر شدن ارزیابی ذهنی کاربران پیپت تأثیر به‌سزایی دارد. از این نتایج می توان به‌منظور انتخاب ابزارهای مناسب با تمرکز بر نظرات خود کاربران در هنگام کار در آزمایشگاه و نیز در دیگر مشاغل دارای کار با ابزاردستی استفاده نمود.

تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل بخشی از پایان نامه نفر اول مقاله می‌باشد که با پشتیبانی دانشگاه علوم پزشکی تهران انجام گردیده است. بدین‌وسیله از این دانشگاه و کارکنان آزمایشگاه های مورد مطالعه به خاطر همکاری کمال تشکر را داریم.

منابع

Asundi, K. R., Bach, J. M. & Rempel, D. M. 2005. Thumb force and muscle loads are influenced by the design of a mechanical pipette and by pipetting tasks. Hum Factors, 47, 67-76.

Bjorksten, M. G., Almby, B. & Jansson, E. S. 1994. Hand and shoulder ailments among laboratory technicians using modern plunger-operated pipettes. Appl Ergon, 25, 88-94.

David, G. & Buckle, P. 1997. A questionnaire survey of the ergonomie problems associated with pipettes and their usage with specific reference to work-related upper limb disorders. Appl Ergon, 28, 257-262.

Fredriksson, K. 1995. Laboratory work with automatic pipettes: a study on how pipetting affects the thumb. Ergonomics, 38, 1067-1073.

Gallagher, E. J., Bijur, P. E., Latimer, C. & Silver, W. 2002. Reliability and validity of a visual analog scale for acute abdominal pain in the ED. Am J Emerg Med, 20, 287-290.

Green WS & Jordan PW 1999. Ergonomics, usability and product development, current practice and future trends. In: Green WS & Jordan PW (eds.) Human Factors in Product Design: Current Practice and Future Trends. London: Taylor & Francis.

Hix D & Hartson HR 1993. Developing User Interfaces: Ensuring Usability Through

LU, M.-L., James, T., Lowe, B., Barrero, M. & Kong, Y.-K. 2008. An investigation of hand forces and postures for using selected mechanical pipettes. Int J Ind Ergon, 38, 18-29.

Nevala, N. & Tamminen Peter, L. 2004. Ergonomics and usability of an electrically adjustable shower trolley. Int J Ind Ergon, 34, 131-138.

Sabbaghian, N., Eppinger, S. & Murman, E. Product development process capture and display using Web-based technologies. Systems, Man, and Cybernetics, 1998. 1998 IEEE International Conference on, 11-14 Oct 1998 San Diego, CA IEEE, 2664-2669.

SFS-EN ISO 9241-11 (1998) 1998. Ergonomic Requirements for Office Work with Visual Display Terminals (VDTs). Part 11: Guidance on Usability, Helsinki, Internatuional Standard Organization.

Sormunen, E. & Nevala, N. 2013. User-oriented evaluation of mechanical single-channel axial pipettes. Appl Ergon, 44, 785-91.

Spielholz, P., Bao, S. & Howard, N. 2001. A practical method for ergonomic and usability evaluation of hand tools: a comparison of three random orbital sander configurations. Appl Occup Environ Hyg, 16, 1043-1048.

Toivonen, R., Choi, D.-S. & Nevala, N. 2011. Ergonomics product development of a mobile workstation for health care. Journal of Usability Studies, 7, 40-50.

Wichansky, A. M. 2000. Usability testing in 2000 and beyond. Ergonomics, 43, 998-1006.

You, H., Kumar, A., Young, R., Veluswamy, P. & Malzahn, D. E. 2005. An ergonomic evaluation of manual Cleco plier designs: Effects of rubber grip, spring recoil, and worksurface angle. Appl Ergon, 36, 575-583.

Product and Process, New York, Wiley Online Library.

ISO 20282-1 2006. Ease of operation of everyday products -Part 1: Context of use and user characteristics, Geneva, International Standard Organization.

ISO 20282-2 2006. Ease of operation of everyday products -Part 1: Test method for consumer products, Geneva, International Standard Organization.

Kardborn, A. 1998. Inter-organizational participation and user focus in a large-scale product development programme: The Swedish hand tool project. Int J Ind Ergon, 21, 369-381.

Kirvesoja, H., Vayrynen, S. & Haikio, A. 2000. Three evaluations of task-surface heights in elderly people's homes. Appl Ergon, 31, 109-119.

Kuijt-Evers, L., Bosch, T., Huysmans, M., DE Looze, M. & Vink, P. 2007. Association between objective and subjective measurements of comfort and discomfort in hand tools. Appl ergon, 38, 643-54.

Kuijt-Evers, L., Groenesteijn, L., DE Looze, M. & Vink, P. 2004. Identifying factors of comfort in using hand tools. Appl Ergon, 35, 453-458.

Lee, Y.-H. & Jiang, M.-S. 1999. An ergonomic design and performance evaluation of pipettes. Appl Ergon .30,487-93.

Lichty, M. G., Janowitz, I. L. & Rempel, D. M. 2011. Ergonomic evaluation of ten single-channel pipettes. Work, 39, 177-185.

Lintula, M. & Nevala, N. 2006. Ergonomics and the usability of mechanical single-channel liquid dosage pipettes. Int J Ind Ergon, 36, 257-263.

Assessing the usability of different models of hand-held mechanical pipette to determine the best type

M. H. Safarian[1]; S. A. Zakerian[*2]; J. Nasleseraji[3]; K. Azam [4]

[1]MSc, Ergonomics Department, Faculty of public health, Tehran University of Medical Sciences, Theran, Iran
[2] Associate Professor, Department of Occupational Health Engineering, Faculty of Public Health, University of Medical Sciences, Tehran, Iran
[3]Professor, Department of Occupational Health Engineering, Faculty of Public Health, University of Medical Sciences, Tehran, Iran
[4]Associate Professor Department of Biostatistics, Faculty of Public Health, University of Medical Sciences, Tehran, Iran

Abstract

Introduction: In Laboratory accusations a wide range of hand-held tools are used due to nature of their work. Long-term and repeated use of these tools has led the laboratory workers to suffer from upper limb disorders. The present study was designed and implemented with the aim of investigating the usability of different models of pipettes used in the laboratories of the Tehran University of Medical Sciences, employing subjective assessment methods for selecting the best pipette models.

Material and Method: This cross-sectional and analytical-descriptive study was performed among 35 laboratories employees of Tehran University of Medical Sciences. First, four models of the widely used pipettes were selected and their usability-related characteristics were investigated by a visual analog scale (VAS). Judgments concerned the usability of the pipettes done based on the criteria provided by the International Organization for Standardization 9241-11(1998) and 20282-2(2006). Data analysis was performed, using SPSS software version 22.

Result: The overall evaluation of the users in relation to the characteristics of the pipettes indicated that the highest VAS score was belonged to pipette A, C, and D, respectively. Furthermore, pipette B was selected as the most undesirable one by users. Results related to the usability criteria of pipette showed that of the four models of study pipettes, pipette A has been ranked first in two criteria (satisfaction and effectiveness). Regarding the efficiency, the first rank was for C pipette and the second rank was for pipette A. Pipette B obtained the lowest scores for all given criteria.

Conclusion: Shorter and lighter pipettes, which were designed according to ergonomic principles, had greater usability from the perspective of users and it could cause a better subjective assessment comparing to the other models.

Key words: *Usability; Pipette; Musculoskeletal disorders; Upper limb*

* Corresponding Author Email: *zakerian@sina.tums.ac.ir*