طراحی ابزار دستی معلولان تتراپلژی C۵–C۷ با استفاده از روش UCD

سیده میترا رفیعی[۱]، حسن صادقی نایینی[۲]، امیر حسن کهن[۳]

تاریخ دریافت: ۹۳/۰۷/۰۶ تاریخ ویرایش: ۹۳/۱۰/۰۷ تاریخ پذیرش: ۹۳/۱۰/۱۷

چکیده

زمینه و هدف: یکی از عوارض محدودکننده که از نظر تنوع نیز قابل‌توجه است آسیب‌دیدگی در مهره‌های گردنی می‌باشد که باعث اختلال حسی و حرکتی در اندام‌های فوقانی می‌شود. این عارضه موجب محدودیت در فعالیت‌های روزانه افراد مبتلا به آسیب می‌شود. هدف از انجام این پژوهش طراحی مسواک دستی برای معلولان آسیب نخاعی گردنی (تتراپلژی C۵–C۷) در تطابق با محدودیت‌های حرکتی این گروه و سنجش میزان راحتی ابزار با استفاده از روش کاربر محور می‌باشد.

روش بررسی: روش تحقیق در این نوع موردی می‌باشد که به‌وسیله بررسی‌های میدانی و همچنین پرسشگری، اطلاعات لازم جمع‌آوری گردید. از روش UCD نیز برای کسب اطلاعات و بازخوردهای مقتضی کاربران استفاده شد. در این مطالعه از تعداد ۲۷ نفر نمونه داوطلب و هدفمند که در مراحل مختلف تحقیق مشارکت داشتند، استفاده شد. بر اساس پرسشگری اولیه و پیاده‌سازی مراحل روش کاربر محور، طرح نهایی برای مسواک حاصل شد. در انجام مراحل نهایی UCD که هدف آن ارائه پارامترهای راحتی در ابزار دستی معلولان تتراپلژی C۵–C۷ می‌باشد، برای تعیین میزان راحتی از پرسشنامه رضایتمندی ابزار دستی استفاده شد.

یافته‌ها: با عنایت به انجام UCD و کسب بازخوردها از نمونه‌ها این نتیجه حاصل شد که ویژگی فرمی مسواک باید به‌گونه‌ای باشد که تطابق با محدودیت‌های حرکتی دست‌ها را فراهم سازد. تلاش نگارندگان در این فاز منجر به لیستی از ویژگی‌های ابعادی طراحی شد که نهایتاً این داده‌ها در طراحی اعمال گردید.

نتیجه‌گیری: با توجهات صورت گرفته این‌گونه به نظر می‌رسد، تأکید بر استقلال کاربر مهم‌ترین آیتم در طراحی محصول برای این گروه می‌باشد که از طریق هماهنگی فرمی و مکانیزمی و ابعادی ابزار دستی با محدودیت دست کاربر فراهم می‌گردد.

کلیدواژه‌ها: مسواک، راحتی، تتراپلژی، طراحی کاربر محور.

مقدمه

اصطلاح "معلولیت" به هرگونه اختلال محدودکننده و یا محدودیت در برخی از انواع فعالیت‌های روزانه اشاره می‌کند [۱]. در افراد با آسیب نخاعی، عملکرد حسی و حرکتی در زیر ضایعه تخریب می‌شود. یکی از جنبه‌های بسیار ویرانگر SCI اختلال در سطح گردن، در عملکرد بازو و دست است که تأثیر زیادی در سطح استقلال دارد و مشخص‌کننده بیشترین وسعت نقص است [۲]. سطح آسیب نخاع گردنی متفاوت است و اغلب در حدود سه‌چهارم موارد درگیری، حدود سگمانت ششم گردن می‌باشد [۳]. این کاستی جدی عملکردی است که در نظرسنجی‌های اخیر از جوانان تتراپلژی اکثریت قریب به‌اتفاق اولویت اول در میان ناتوانی خود را، از دست دادن عملکرد اندام فوقانی می‌دانند [۳]. بهداشت دهان و دندان افراد دارای معلولیت به این دلیل که فاقد مراقبت لازم از دندان‌هایشان می‌باشند، بدتر از مردم عادی است [۱]. مطالعات انجام شده در کشورهای سوئد و ژاپن بیان می‌کند، سلامت دهان کودکان معلول را می‌توان به وضعیتی مشابه و یا حتی بهتر از کودکان عادی هم سن و سال خود با وجود معایب خاص در زمینه هوش، بدن، فیزیولوژی، هماهنگی و روابط بهبود داد. یکی از دلایل اصلی برای بهبود این وضعیت مسواک زدن توسط خود فرد و یا توسط مراقبان آن‌ها در زندگی روزانه است [۱]. به‌منظور دستیابی افراد معلول به بهداشت دهان به وضعیتی مشابه افراد سالم در این پژوهش بر روی طراحی مسواک مطالعه شده است.

۱- (نویسنده مسئول) دانشجوی کارشناسی ارشد طراحی صنعتی، دانشکده معماری و شهرسازی دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران. Rafiee.Mitra@yahoo.com
۲- استادیار گروه طراحی صنعتی، دانشکده معماری و شهرسازی دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران.
۳- کارشناس ارشد کاردرمانی، مرکز تحقیقات ضایعات مغزی و نخاعی دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران.

مسواک زدن دندان و لثه باید دو بار در شبانه‌روز، یک‌بار در صبح و یک‌بار در شب انجام گیرد. مسواک کوچک با سر جمع‌وجور و موی نرم برای مسواک زدن دندان‌ها و لثه باید مورداستفاده قرار گیرد [۴]. اندازه و شکل مسواک باید کاملاً مناسب دهان و راحت باشد [۵].

مسواک‌ها بر اساس گروه اشخاص به سه دسته: کودکان، نوجوان، بزرگسالان تقسیم می‌شود [۶]. وضع ظاهری کلیه سطوح مسواک‌ها باید صاف، تمیز، عاری از اضلاع و زوائد تیز و عواملی که باعث خراش مخاط دهان و دست می‌شوند باشد [۵،۶]. شکل دسته مسواک می‌تواند مستقیم و یا زاویه‌دار باشد [۶]. مسواک باید به طور ملایم و راحت در دست گرفته شود. فشار خیلی زیاد باعث خم شدن الیاف و دور شدن آن‌ها از ناحیه‌ای که مسواک زدن مورد نیاز است، می‌شود [۷].

در مطالعه صورت گرفته برای دستیابی به فرم مناسب و عملکرد درست از روش کاربر محور استفاده شد. با توجه به استاندارد ISO۱۳۴۰۷ در طراحی کاربر محور پنج فرآیند ضروری وجود دارد که باید در جهت ترکیب الزامات قابلیت استفاده در فرآیند توسعه نرم‌افزاری به کار رود [۸]؛ و به ترتیب عبارت‌اند از برنامه‌ریزی فرایند طراحی کاربر محور، درک و مشخص کردن زمینه استفاده، مشخص کردن کاربر و نیازهای سازمانی، تولید طرح‌ها و نمونه‌های اولیه، انجام ارزیابی به‌وسیله کاربر. روند کار در یک مدل تکرارشونده انجام می‌گیرد تا اهداف برای قابلیت استفاده خاص به دست آید [۸][۹].

عملکرد اصلی محصول معمولاً به شدت به فرم محصول مربوط می‌شود. طراحی درست دسته می‌تواند ایمنی، راحتی و افزایش عملکرد را ایجاد کند [۱۰]. البته در طراحی ابزار دستی از بین بردن تمام پتانسیل آسیب دیدگی غیرممکن است اما بسیاری از تغییرات می‌تواند طراحی نسبتاً ساده از یک ابزار باشد، در این صورت ابزار ناامن را به یک ابزار نسبتاً امن تغییر می‌دهد [۱۱]. توجه به وزن مناسب، چنگش‌های مؤثر و ایمن، دقت بر میزان اعمال نیرو و همچنین بافت دسته ابزار از موارد مهم می‌باشند [۱۰، ۱۱، ۱۲، ۱۳ و ۱۴].

همان‌طور که اشاره شد هدف از انجام این پژوهش طراحی مسواک دستی برای معلولان آسیب نخاعی گردنی (تتراپلژی C۵-C۷) در تطابق با محدودیت‌های حرکتی این گروه و سنجش میزان راحتی ابزار با استفاده از روش کاربر محور می‌باشد.

راحتی ابزاردستی: طراحی دسته عامل مهم حاکم بر استفاده ایمن، راحت و آسان از هر ابزار دستی بیان شده است [۱۱]. ابزار باید برای آنچه طراحی شده است، کار کند و پاسخگوی نیازهای شمار زیادی از کاربران احتمالی باشد. در سال‌های اخیر، بیشتر تأکید بر نقش کاربر برای انجام کار راحت و بدون خطر و زحمت قرار گرفته است [۱۵]. اسلاتر (۱۹۸۵) راحتی را حالتی خوشایند از هماهنگی فیزیولوژیکی، روانی و فیزیکی بین انسان و محیط زیست تعریف می‌کند [۱۶]. پیش بینی راحتی یک محصول نمی‌تواند برای سایر محصولات عمومیت داشته باشد. اهمیت نسبی توصیف راحتی به نوع ابزار دستی بستگی دارد [۱۵]. اطلاعات اولیه از ابعاد آنتروپومتریک بدن کاربران برای ابزار و تجهیزات مورد نیاز است. ابعاد بدن با سن، جنس، گروه‌های مختلف قومی متفاوت است [۱۷].

طراحی ابزار دستی در ابتدا در رابطه با برنامه‌های کشاورزی و باغبانی مورد توجه قرار گرفت [۱۱]. در تحقیق به عمل آمده توسط ل.ف.م کویج اورز و همکاران (۲۰۰۴) با عنوان شناسایی عوامل راحتی در استفاده از ابزارهای دستی، نتایج حاصل از مطالعه نشان داد که عملکرد، بیشترین ارتباط را در استفاده راحت از ابزار دستی دارد و به دنبال آن تعامل فیزیکی و ظاهر می‌باشد. در حالی که ناراحتی تنها به‌وسیله توصیف عوارض جانبی بدن پیش‌بینی شده است [۱۸]. ل.ف.م کویج اورز و همکاران (۲۰۰۷) در تحقیق خود به این نتیجه رسیدند که عوامل مشابه زمینه‌ساز راحتی در انواع مختلف ابزار دست، به طور خاص، عملکرد، تعامل فیزیکی، اثرات منفی روی پوست و عوارض جانبی در بافت نرم است [۱۵]. ل.ف.م کویج اورز و همکاران (۲۰۰۷) در پژوهش خود دریافتند که طراحی مناسب و راحت ابزارهای دستی باعث افزایش بهره‌وری می‌شود.

طراحی کاربر محور: پایه و اساس طراحی کاربر

محور، تجزیه و تحلیل ساختاری وظایف کاربران است [۹]. کاربر، به یک بخش اصلی از فرآیند توسعه تبدیل می‌شود. دخالت کاربران باعث ایجاد محصولاتی با تأثیرات بیشتر، کارآمدتر، مطمئن‌تر می‌شود و به پذیرش و موفقیت محصولات کمک می‌کند [۱۹]. طراحی انسان‌محور باید موجب بهبود ایمنی، افزایش راحتی، افزایش پذیرش کاربر و کاهش خستگی و استرس گردد [۲۰].

طراحی کاربر محور (UCD) از آزمایشگاه تحقیقاتی دونالد نورمن در دانشگاه کالیفرنیا در ۱۹۸۰ شروع شد که بر لزوم کشف نیازها و خواسته‌های کاربران در استفاده از محصول تأکید شد [۲۱]. پاتل هارشادا و همکاران (۲۰۰۶) در تحقیق خود برای کنترل محیط‌های مجازی به‌منظور توسعه دستگاه‌های جدید تعاملی ۳-D با روش UCD به این نتیجه رسیدند که بهترین راه برای اطمینان از برآورده‌شدن نیازهای فنی و کاربر، اتخاذ یک رویکرد کاربرمحور مکرر برای طراحی و ارزیابی، قبل از اجرای واقعی است. پژوهش براون[1] و مالی[2] (۱۹۹۷) نشان داد که UCD باعث کوتاه شدن زمان و هزینه‌های توسعه از طریق کاهش تعداد تغییرات مورد نیاز در مراحل بعدی فرایند طراحی که موجب تولید محصولات با کیفیت بهتر می‌شود [۲۲]. در پژوهش کلودیا زیکلر و همکاران (۲۰۱۳) به این نتیجه دست یافتند که چارچوب نظری UCD برای ارزیابی سیستماتیک قابلیت استفاده در جنبه‌های اثربخشی، بهره‌وری و رضایتمندی در استفاده، اجازه می‌دهد و محققان می‌توانند اطلاعات ارزشمندی در مورد نیاز کاربر فراهم کنند.

روش بررسی

در این تحقیق موردی، روش کاربرمحور به عنوان روش اصلی در جمع آوری اطلاعات و بازخوردهای لازم از مشتریان استفاده شد. اجزا و مراحل انجام این روش بر اساس جدول پیشنهادی مارتین مگیور (۲۰۰۱) بوده است که در آن ۴ گروه زمینه استفاده، ارزیابی، نیازها، طراحی و زیرگروه‌های آنالیز کاربر، ارزیابی تخصصی و اکتشافی، ارزیابی کمکی، پرسشنامه رضایتمندی، مصاحبه از نیازهای کاربر، تجزیه و تحلیل رقبا، کاربر-قابلیت استفاده-نیازهای سازمان، نقشه ذهنی، راهنمایی‌ها و استانداردهای طراحی، نمونه اولیه نرم‌افزاری، کارت‌های ترتیبی مورد استفاده قرار می‌گیرد (جدول ۱).

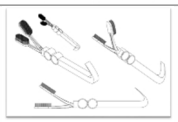
برخی از اطلاعات لازم نیز از طریق مصاحبه گردآوری شد. بررسی بازار محصول و جایگاه تولیدکنندگان نیز مورد بررسی قرار گرفت.

به دلیل عدم وجود مسواک طراحی شده برای افراد تتراپلژی، یکی از مسواک‌های موجود در بازار که برای اکثریت افراد جامعه قابل دستیابی است برای ادامه تحقیق تهیه گردید. مشخصات مسواک در نظر گرفته شده برای تست اولیه: دستی، ساخت عمان با مواد ترموست، دارای بسته‌بندی در سر مسواک می‌باشد. کاربر مورد نظر (C۶) با توجه به محدودیت‌های پروژه با استفاده از نمونه‌گیری تصادفی در دسترس انتخاب شد. به‌منظور به دست آمدن کارایی مناسب برای گروه هدف در ابتدا از کاربر خواسته شد تا روند مسواک زدن را نشان دهد. سپس از نمونه پیشنهادات ارائه شده راهنمای بهداشت دهان و دندان (دسته دوچرخه)[۴] استفاده شد و بعد از آن تست رنگ (آغشته کردن دسته ابزار به مواد رنگی و تست ابزار توسط کاربر، نقاط تماس دست کاربر با ابزار مشخص می‌شود. روش شرح داده شده در این پژوهش تست رنگ نامگذاری شد) در سه مرحله انجام گرفت. با بررسی آناتومی و فیزیولوژی صورت گرفته بر روی دست، در انتها با استفاده از جدول What/if [۲۴] [۲۳] ایده پردازی شد.

ارگونومی ابزار دستی، استاندارد مسواک و راهنمای صحیح مسواک زدن نیز بخش دیگری از فرایند تحقیق را شامل شده است. برای ایده‌پردازی اولیه از روش نقشه ذهنی استفاده شد و ایده‌های بهتر انتخاب شد.

[1]. Brown
[2]. Mulley

جدول ۱- پرسشنامه رضایتمندی ابزار دستی



نوع طرح: جنسیت: سن: مدت زمان آسیب: نوع آسیب دیدگی:

ردیف	این ابزار دستی:	توصیف راحتی							
		کاملا مخالفم	●	مقداری مخالفم	●	مقداری موافقم	●	کاملا موافقم
۱	متناسب با دست است	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷
۲	عملکردی است	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷
۳	خسته کننده است	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷
۴	دارای راحتی حین استفاده است	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷
۵	انتقال نیروی خوبی دارد	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷
۶	دارای کیفیت خوبی است	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷
۷	احساس خوبی در دست دارد	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷
۸	باعث انقباض عضلات می‌شود	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷
۹	وضعیت بدنی آرام است	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷
۱۰	نیروی چنگش زیادی نیاز ندارد	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷
۱۱	باعث حداکثر فشار بر دست می‌شود	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷
۱۲	بدون درد است	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷
۱۳	قواره دسته است	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷
۱۴	باعث اصطکاک خوب بین دست و دسته می‌شود	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷
۱۵	ظاهر طراحی شده مناسب است	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷
		آسایش کلی						
		خیلی ناراحت	●	مقداری ناراحت	●	مقداری راحت	●	خیلی راحت
۱۶	من فکر می‌کنم این ابزار:	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷

برای به دست آوردن ایده‌های برتر از نظرات متخصصین و افراد ضایعه نخاعی گردنی بهره گرفته شد. ۹ اتود برای نظرسنجی در نظر گرفته شد. در این مرحله جامعه آماری شامل یک نفر دکتر متخصص، یک نفر کاردرمان، چهار نفر معلول ضایعه نخاعی گردن ی می‌باشد.

برای اولویت‌بندی آیتم‌های طراحی از ۱۳ نفر متخصص و افراد ضایعه نخاعی گردنی نظرسنجی صورت گرفت. بدین ترتیب که از افراد خواسته شد تا موارد نام‌برده را به ترتیب اهمیتشان مشخص کنند. این موارد عبارت‌اند از: کارایی و راحتی، زیبایی ظاهری، در نظر گرفتن امکانات جانبی.

از یک نفر متخصص کاردرمانی و یک نفر متخصص ارگونومی و یک نفر دندان‌پزشک در رابطه با طراحی مسواک برای افراد تتراپلژی مصاحبه شفاهی انجام شد. در این بین با دندان‌پزشک به‌صورت تلفنی صحبت شد.

ماکت‌های دو ایده برتر تهیه شد و در اختیار ۱۰ نفر آسیب نخاعی گردنی قرار گرفت. کاربران با تست ماکت نظرات خود را بیان کردند. نظرات کاربران در هر جلسه ضبط شد و آنالیز روی آن انجام گرفت. در این مرحله مجدداً تست رنگ تهیه شد.

برای به دست آوردن میزان راحتی و آسایش فرد در استفاده از مسواک و همچنین به‌منظور انتخاب ایده نهایی از پرسشنامه ابزارهای دستی [۱۸] [۱۵] استفاده شد (جدول۲). این ابزار از ۲۸ گویه تشکیل شده است که به دلیل عدم کارایی بعضی از گویه‌ها در تست

مسواک حذف گردیدند. تعداد گویه‌های مورد سؤال ۱۶ گزینه می‌باشد. تعدادی از متغیرهای مستقل که در تحلیل داده‌ها مناسب بود از قبیل نوع آسیب‌دیدگی، مدت‌زمان آسیب‌دیدگی، سن و جنسیت به پرسشنامه اضافه شد. پرسشنامه به روش ۷ گزینه‌ای لیکرت برگرفته از ل.ف.م کویج اورز (۲۰۰۷) تنظیم شد [۱۵]. تعداد آزمودنی‌های مورد استفاده ۱۳ نفر بوده‌اند که در مراحل آزمون سه نفر از آن‌ها به دلایل بزرگ بودن ابزارهای دستی و یا توانایی کامل یکدست حذف گردیدند.

در مرحله بعد مصاحبه به همراه تست پرتوتایپ صورت گرفت. جامعه آماری در این بخش، هدفمند و شامل ۱۰ معلول تتراپلژی (C۵-C۷) بوده است. نمونه‌گیری کاربران به‌صورت تصادفی در دسترس انجام شد.

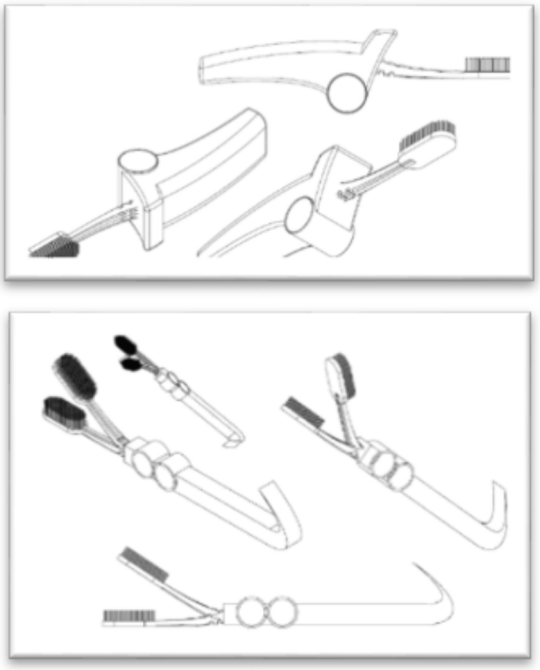
یافته‌ها

بر اساس تحقیق صورت گرفته در خصوص نوع نیاز گروه هدف، به‌منظور استقلال کاربر می‌بایست حجم کار در هر کدام از مراحل کار کاهش یابد. به همین دلیل با مشاهدات انجام شده نیاز به ۳ گروه طبقه‌بندی شد که به ترتیب اهمیت عبارت‌اند از: کارایی و راحتی (چنگش دسته مسواک، برس مسواک، جابجایی مسواک در دست، توالی روند مسواک‌زدن، شستن دهان) در نظر گرفتن امکانات جانبی (چندمنظوره بودن دسته، سر قابل تعویض، شستشوی دهان) و زیبایی ظاهری می‌باشد. زمینه دقیق استفاده از ابزار، شستشوی صحیح دندان‌ها متناسب با محدودیت‌های حرکتی کاربران می‌باشد.

در بررسی محصول رقبا نقاط قوت و ضعفشان شناسایی و در ایده‌پردازی مورد استفاده قرار گرفت. راحتی حین استفاده، گیرش به‌جای چنگش، چندمنظوره بودن دسته ابزار، هزینه کم، استفاده از فرم‌های گوناگون مسواک با کارایی‌های متفاوت نکات مثبت و عدم توجه به مسواک‌زدن صحیح، عدم درنظرگرفتن استقلال مناسب، عدم همپوشانی چند گروه مختلف آسیب گردنی و عدم تولیدات داخلی نکات منفی رقبا می‌باشد. در مصاحبه تلفنی صورت گرفته با دندان‌پزشک به‌منظور طراحی دوسویه برس مسواک این نتیجه حاصل شد که برس مسواک در برخورد با بافت داخلی دهان به‌طور مکرر باعث آسیب رساندن به این بخش می‌شود. کوتاه بودن برس مسواک در یک‌سوی آن نیز به دلیل عدم مسواک زدن صحیح رد شد. بر اساس مشاهدات حداکثر حرکت مشترک بین افراد تتراپلژی C۵-C۷ حرکت محدود بین انگشت شست و کناره دست می‌باشد.

بررسی‌های انجام شده و ایده‌های اولیه به دست آمده، در روش نمونه نرم‌افزاری مورد ارزیابی قرار گرفت. دو ایده بیشترین مقدار امتیاز را کسب کردند و به‌عنوان ایده‌های برتر شناخته شدند (شکل ۱).

با اعمال تغییرات بعد از ارزیابی توسط کاربران ماکت ۲ طرح برتر ساخته شد و به همراه پرسشنامه رضایتمندی برای تست در اختیار کاربران قرار گرفت. این پرسشنامه به‌منظور سنجش میزان راحتی کاربران با ابزارهای طراحی شده صورت گرفت. برای بررسی تأثیر معناداری متغیرهای مستقل میزان آسیب‌دیدگی و نوع آسیب‌دیدگی بر روی گویه‌های ۱ و ۲ و ۳ و ۴ و ۵ و ۸



شکل ۱- دو نمونه طراحی شده به کمک کامپیوتر (نگارندگان)

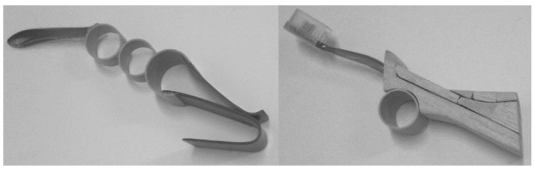
و ۱۰ و ۱۱ از روش رگرسیون خطی استفاده شد. میزان خطا ۱٪ در نظر گرفته شد (p<۰/۰۱).

ارتباط دو متغیر مستقل با سؤالات نام برده به غیر از یک مورد (مدت‌زمان آسیب با نیروی چنگش) در هر دو ابزار معنادار است. متغیر جنسیت و سن بر روی ابعاد دسته ابزار تأثیرگذار است. رده سنی در نظر گرفته شده برای ساخت ماکت، بزرگسالان [۶] می‌باشد.

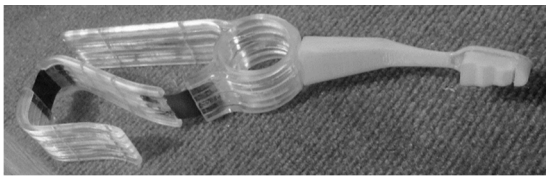
در تست رنگ به دست آمده از دو ماکت این نتایج حاصل شد: ماکت یک (شکل۲) برای تمام افرادی که افتادگی مچ دارند یا اسپاسم باز دارند و یا توانایی نگهداری ابزار را در بین انگشت شست و سبابه ندارند قابل استفاده نیست. نقاط فشار وارده تنها در لبه‌های ابزار می‌باشد. ماکت دو (شکل۲) قسمت گریپسی دسته تنها برای افرادی که اسپاسم بسته دارند و کف دستشان باز نمی‌شود قابل استفاده نیست. نقاط فشار در قسمت u شکل و قسمت کریپسی در پشت دست و لبه‌هایی که با کف دست در تماس است، می‌باشد. در مقایسه پاسخ به سؤال راحتی ابزار، ماکت دو از میزان رضایت بالاتری برخوردار است. در ماکت دو یکی از حلقه‌ها به دلیل نداشتن کارایی حذف شد.

با اعمال تغییرات نهایی و به دست آمدن پرتوتایپ محصول نهایی برای تست مجدد در اختیار کاربران قرار گرفت. (شکل ۳)

توصیه‌های طراحی: مواد چنگش، نباید بیش از حد نرم باشد [۱۲] [۲۵]. مواد دسته نباید روغن و یا مایعات را جذب کنند و نباید رسانای گرما و یا برق باشد. چوب و یا مواد پلاستیکی برای دسته مطلوب می‌باشد. دسته-های فوم لاستیک توسط کاربران ترجیح داده می‌شود چرا که آن‌ها مفاهیم خستگی دست و حساسیت به درد را کاهش می‌دهند [۱۲]. جهت جلوگیری از سرخوردن دسته ابزار باید از موادی با ضریب اصطکاک کم چون لاستیک یا پلاستیک فوم استفاده کرد [۱۴]. عرق ضریب اصطکاک را افزایش می‌دهد در حالی که روغن و چربی کاهش می‌دهد. هنگامی که نیروی فشار افزایش می‌یابد، ضریب اصطکاک کاهش می‌یابد [۱۲] [۲۵]. زمانی که نم و رطوبت وجود دارد، نوار چسبناک و



شکل ۲- نمونه ماکت ها – ساخت ماکت در کارگاه فلز دانشگاه علم و صنعت ایران (نگارندگان)



شکل ۳- پرتوتایپ مسواک طراحی شده برای معلولان تتراپلژی (C۷-C۵)- ساخته شده در کارگاه لیزر دانشگاه علم و صنعت ایران (نگارندگان)

چرم، اصطکاک خوبی فراهم می‌کند [۲۵]. نیروی چنگش با قطر چنگش افزایش پیدا می‌کند اما فراتر از یک نقطه معین نیروی چنگش با افزایش قطر چنگش کاهش پیدا می‌کند. حداکثر چنگش نیرومند ثبت شد با قطر cm ۴ بود [۲۶]. در راستای تامین چنگش بهینه دسته‌های ابزار باید دارای طول مناسب باشد که کمی بلندتر از پهنای کف دست نگه دارنده ابزار باشد [۱۴]. لیندسترم۳ (۱۹۷۳) طول دسته mm ۱۱۰ برای مردان و mm ۱۰۰ برای زنان توصیه می‌کند. به‌طور کلی، طول چنگش باید به‌گونه‌ای باشد که عملکرد سر ابزار را محدود نکند و در عین حال از نیروهای فشاری بیش از حد یا تمرکز فشار بر بخش حساس کف اجتناب کند [۱۲]. اگر هنگام گرفتن دستگیره، قسمتی از دست از درون روزنه‌ای عبور می‌کند بایستی فضای کافی برای عبور اندام مربوطه وجود داشته باشد: برای یک انگشت یا انگشت شست، دایره‌ای به قطر mm ۳۰ اجازه دخول، چرخش و خروج عضو را می‌دهد [۲۷]. مرکز ثقل باید تا حد امکان نزدیک مرکز چنگش باشد تا چرخش ابزار و لیز خوردن آن از دست کاهش یابد [۱۴]. برای از بین بردن خطرات در لبه‌های دسته گرد کردن لبه‌ها و

[3]. Lindström

گوشه‌ها به‌وسیله ایجاد شعاع بزرگ پیشنهاد شده است [۱۱]. احتمال لغزش دست وقتی که یکدسته غیر دایره‌ای، مانند مستطیل و یا مثلثی استفاده شده است کاهش می‌یابد. لبه‌ها در این گونه چنگش‌ها در برابر لغزش مقاوم‌اند. زاویه چنگش باید ۷۸ درجه افقی باشد [۱۲]. فرم تک دسته‌ای باید با منحنی قوس کف دست در جهت عرضی مناسب باشد تا به استفاده از نیرو اجازه دهد [۱۳] [۲۶].

حداقل طول کل مسواک که از پایه برس و دسته مسواک تشکیل شده است، ۱۰۰ mm در بزرگسالان، ۱۲۰ mm در نوجوانان و ۱۴۰ mm در کودکان می‌باشد. پهنا پایه برس مسواک حداکثر ۱۳/۵ mm در بزرگسالان، ۱۲ mm در نوجوانان و ۹/۵ mm در کودکان می‌باشد [۶]. تصویر جانبی برس ممکن است بصورت مسطح و یا محدب باشد که حداکثر تغییرات در طول فیلامنت‌ها به ترتیب ۱mm/ ۵، ۱/ ۲ می‌تواند باشد. آرایش انتهای کلاف‌ها باید صاف و یا دندانه‌دار یا قوس مضرس باشد این اشکال باید منظم باشند. طول برس که در سطح سر مسواک اندازه‌گیری می‌شود باید ۲۷-۳۴ mm برای بزرگسالان ۲۲-۳۰ mm برای نوجوانان و ۱۵-۲۵ mm برای کودکان باشد. پهنای برس که در سطح سر مسواک اندازه‌گیری می‌شود باید برای بزرگسالان ۱۱/۵ mm برای نوجوانان ۱۰ mm برای کودکان ۷/۵ mm باشد. طول فیلامنت‌ها که از سطح سر مسواک اندازه‌گیری می‌شود باید برای بزرگسالان ۹-۱۳ mm برای نوجوانان ۹-۱۱ mm برای کودکان ۸-۱۰ mm باشد [۶].

محل قرارگیری موی مسواک بر روی خط لثه، با زاویه ۴۵ درجه از لثه می‌باشد. در روش رول، مچ دست کمی چرخیده و رشته های برس در امتداد دندان خم می‌شود. در روش دایره‌ای با دندان بسته، قرار دادن برس داخل گونه، استفاده سریع و با فشار کم انجام می‌گیرد. هر بار که مسواک روی دندان‌ها قرار می گیرد، باید با ناحیه قبلی هم‌پوشانی داشته باشد [۴، ۷، ۲۱، ۲۸، ۲۹ و ۳۰].

بحث و نتیجه‌گیری

عدم توانایی چرخش مسواک، عدم توانایی در گیرش صحیح مسواک، عدم تحمل وزن زیاد مسواک، استفاده از دو دست برای مسواک‌زدن یافته‌های رفتاری است که از مشاهدات اولیه به دست آمد. در تحقیق صورت گرفته بر روی یک کاربر، بند انگشت انتهایی، بند انگشت فوقانی و استخوان سزاموئید، ماهیچه بخش حلقوی غلاف فیبروزی و ماهیچه نزدیک کننده شست و سرعضله نزدیک‌کننده شست بیشترین ارتباط را در روند مسواک‌زدن بر عهده دارند [۳۴].

پیشنهادهای مطرح شده در راهنمای بهداشت دهان و دندان معلولان آسیب نخاعی گردنی: استفاده از نوعی بند نوار چسبدار برای نگهداری قاشق و چنگال. بستن مسواک به دست با باند الاستیک یا لاستیکی پهن (شکل۴). ایجاد یک شکاف کوچک در کنار یک توپ

شکل ۴- نمونه محصولات رقبا – نمایش روش‌های بررسی شده برای کمک به در دست‌گیری مسواک توسط معلولان تتراپلژی [۳۲،۳۱،۳۳]

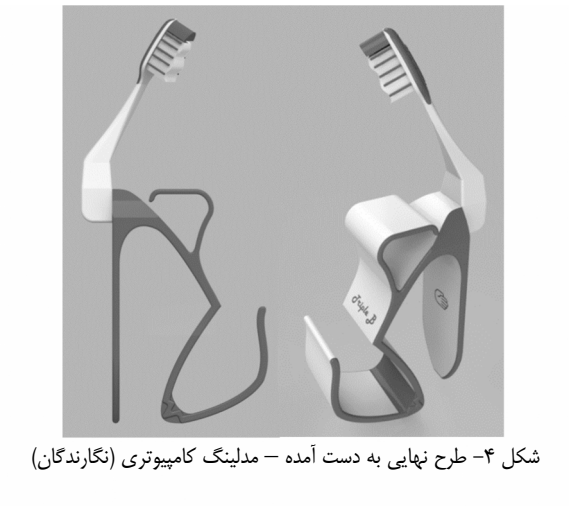
تنیس و قرار دادن آن بر روی دسته مسواک. قرار دادن دسته دوچرخه بر روی دسته مسواک می‌باشد. به غیر از وسایل موجود گاها از مسواک برقی به‌منظور راحتی کار استفاده می‌شود [۲۱] [۲۸].

نوع عملکرد مسواک تمیز کردن دندان و زبان و کام دهان توسط برس می‌باشد. در نگهداری آن از آلوده شدن سر مسواک باید جلوگیری شود. بعد از استفاده باید کاملاً با آب شسته شود. بخش‌های مسواک شامل برس و بدنه اصلی مسواک می‌باشد.

برای به دست‌آوردن آنالیز داده‌های پرسشنامه برای دو ابزار از مقایسه درصد رضایتمندی ابزارها برای هر گویه استفاده شد (جدول ۲). در ماکت دو (شکل۲) به دلیل پیچیدگی ظاهری ابزار کاربران در اولین برخورد با ماکت قادر به استفاده از آن نبودند با توضیحات ارائه شده، توانایی استفاده از ماکت را پیدا می‌کردند. به دلیل جدید بودن ابزار و غیر کاربردی بودن ماکت برای تست مسواک‌زدن روی همه کاربران، توانایی تشخیص صحیح این موضوع که آیا انتقال نیروی به خوبی انجام می‌گیرد؟ وجود نداشت. ماکت باید بر روی دست فشار وارد می‌آورد تا ثابت شود. در بعضی موارد تا حدی ایجاد

جدول ۲- داده‌های آماری از جمع‌بندی پرسشنامه رضایتمندی

سوالات	ماکت ۱	ماکت ۲
۱	٪۸۰	۸۱/۸۱٪
۲	٪۸۰	۸۱/۷۹٪
۳	٪۹۰	۹۰/۹۱٪
۴	٪۷۰	۶۳/۶۳٪
۵	٪۷۰	۶۳/۶۳٪
۶	٪۸۰	۸۱/۸۲٪
۷	٪۷۰	۷۲/۷۲٪
۸	۸۸/۸۹٪	۶۳/۶۴٪
۹	٪۸۰	۸۱/۸۲٪
۱۰	٪۸۰	٪۸۰
۱۱	۸۸/۸۹٪	۶۶/۶۶٪
۱۲	۶۶/۶۷٪	٪۸۰
۱۳	٪۸۰	۴۵/۴۵٪
۱۴	٪۶۰	۸۱/۸۱٪
۱۵	٪۹۰	۶۳/۶۳٪
۱۶	٪۸۰	۹۰/۹۱٪



شکل ۴- طرح نهایی به دست آمده – مدلینگ کامپیوتری (نگارندگان)

اسپاسم می‌کرد که در مصاحبه‌های صورت گرفته افراد به این نکته اشاره نمی‌کردند. به دلیل عدم در نظر گرفتن ظاهر مناسب در ماکت دو (شکل۲) نمره داده شده به ظاهر این ابزار کم می‌باشد. ماکت یک (شکل۲) به دلیل ظاهری معمولی و عدم اتصال آن به دست و نوع متریال به‌کار رفته، نمره بیشتری دریافت نمود. در تست پرتوتایپ، کاربران با اسپاسم بسته و کاربران دارای افتادگی مچ قادر به استفاده درست از محصول نبودند. به همین منظور با تغییر انتهای دسته و باریک شدن آن و همچنین چرخش برس مسواک به دو جانب چپ و راست کارایی مسواک برای این افراد مناسب شد.

نتایج حاصله از این پژوهش که با استفاده از روش کاربرمحور برای طراحی مسواک افراد تتراپلژیC5–C7 و راحتی استفاده از آن در نظر گرفته شد به شرح زیر می‌باشد (شکل ۵): به دلیل تحلیل دست گروه هدف، امکان تطابق ابعاد آنتروپومتریک افراد سالم با این گروه امکان‌پذیر نمی‌باشد.

به‌منظور حمایت از محدودیت‌های حرکتی کاربران دسته مسواک باید به‌گونه‌ای باشد که دست کاربر در آن‌ها گیرش داشته باشد.

برای جابجایی مسواک بین دو دست کاربر، به‌منظور استقلال در مسواک‌زدن تمام سطوح دندان و حفظ توالی صحیح روند کار، کاربر می‌تواند با کمک حلقه تعبیه شده برای انگشت شست آن را در بین دو دست جابجا کند.

برای جلوگیری از لبه‌های تیز ضخامت کلی دسته ۳mm با گوشه‌های گرد در نظر گرفته شد. حلقه شست که در امتداد دسته قرار دارد دارای قطر حداقل ۲/۵ cm می‌باشد. طول دسته حداقل ۷/۵ cm در نظر گرفته شد. ارتفاع پشت دسته حداقل ۶ cm می‌باشد. عرض داخلی دسته مسواک حداقل ۳/۵ cm در هر دو بخش می‌باشد. حد فاصل قسمت انتهایی پشت دسته با بدنه اصلی به‌منظور ثبات در دست حداقل ۱/۵ cm در نظر گرفته شد. ارتفاع مجموعه برس تا دسته می‌تواند حداقل ۶/۵ cm می‌باشد.

سر مسواک حداکثر ۳۰ درجه رو به جلو زاویه بگیرد، همچنین برس مسواک در چهار جهت ثابت می‌شود تا برای افرادی که توانایی چرخش دست را ندارند به‌وسیله دندان انجام شود؛ و همچنین سر مسواک به سمت دو جانب با زاویه ۹۰ درجه ثابت می‌شود. با این روش کاربران دارای افتادگی مچ قادراند به تنهایی مسواک بزنند. در انتهای دسته از سطح مقطع ۵ mm تا ارتفاع ۲ cm در امتداد دسته، دسته باریک می‌شود.

طرح برس‌های مسواک موجود در بازار مناسب تشخیص داده شد. به‌منظور کاهش هزینه برس قابل تعویض می‌باشد.

دسته مسواک باید بر روی دست کمی فشار وارد آورد تا ثابت شود. میزان این فشار باید بررسی شود.

در تحقیق انجام شده به دلیل محدودیت زمانی امکان بررسی همه نیازهای این افراد در مسواک‌زدن وجود نداشت در نتیجه به دو نیاز شستن دهان، چندمنظوره بودن دسته ابزار پرداخته نشد. به دلیل مشکلات عدیده این گروه برای حضور در جامعه، موجب بی‌توجهی طراحان به این قشر از جامعه شده است.

منابع

1. Hsiu-Yueh L, Shun-Te H, Szu-Yu H, et al. Dental caries associated with dietary and toothbrushing habits of 6- to 12-year-old mentally retarded children in Taiwan. Journal of Dental Sciences; 2009, 4(2): 61-74.

2. Janssen-Potten YJM, Seelen HAM, Bongers-Janssen HMH, et al. Assessment of upper extremity muscle function in persons with tetraplegia. Journal of Electromyography and Kinesiology; 2008, 18(3): 516-526.

3. Lamb DW. Some thoughts on the current state of treatment of the upper limb in traumatic tetraplegia. Annales de Chirurgie de la Main; 1984, 3(1): 76-80.

4. Adsa. ww.adsa.dshs.wa.gov, washington state department cosial and health services; 2007.

5. JADA. A look at toothbrushes. American Dental Association; 2007, 138: 1288.

6. Institute of Standards and Industrial Research of Iran, http://www.isiri.org/ portal/files/ std/2063.htm, 1364 [Persian].

7. Tehran University of Medical Sciences, http://publicrelations.tums.ac.ir.1392 [Persian].

8. Maguire M. Methods to support human-centred design. International Journal of Human-Computer Studies; 2001, 55(4):587-634.

9. Kesseler E, Knapen EdG. Towards human-centred design: Two case studies. Journal of Systems and Software; 2006, 79(3): 301-313.

10. Gregor H, Bojan D. Tool-handle design based on a digital human hand model. International Journal of Industrial Ergonomics; 2013, 43(4): 288-295.

11. Winston LG, Narayan CV. Design and sizing of ergonomic handles for hand tools. Applied Ergonomics; 1993, 24(5): 351-356.

12. Anil M, Asa K. Design, selection and use of hand tools to alleviate trauma of the upper extremities: Part II-The scientific basis (knowledge base) for the guide. International Journal of Industrial Ergonomics; 1992, 10(1–2):7-21.

13. Meagher SW. Tool design for prevention of hand and wrist injuries. The Journal of Hand Surgery; 1987, 12(5):855-857.

14. Cacha C, editor. Gabriel nasl seragi. Leila Ebrahimi ghavam Abadi. Behzad folad Dehaghi. Ergonomics and Safety in Hand Tool Design, First Edition. Tehran: Fanavaran publication, 1384129-260-280[Persian].

15. Kuijt-Evers LFM, Vink P, de Looze MP. Comfort predictors for different kinds of hand tools: Differences and similarities. International Journal of Industrial Ergonomics; 2007, 37(1): 73-84.

16. Kuijt-Evers LFM, Groenesteijn L, de Looze MP, et al. Identifying factors of comfort in using hand tools. Applied Ergonomics; 2004, 35(5): 453-458.

17. Dewangan KN, Owary C, Datta RK.

Anthropometric data of female farm workers from north eastern India and design of hand tools of the hilly region. International Journal of Industrial Ergonomics; 2008, 38(1): 90-100.

18. Kuijt-Evers LFM, Twisk J, Groenesteijn L, De Looze MP, Vink P. Identifying predictors of comfort and discomfort in using hand tools. Journal of Ergonomics; 2005, 48: 692–702.

19. Chadia A, Diane Maloney D, Jenny P. User-Centered Design, Encyclopedia of Human-Computer Interaction; Thousand Oaks: Sage Publications. (in press); 2004.

20. Cheng-Lang K, Cheng-Kang Y, Bor-Shong L. Using human-centered design to improve the assault rifle. Applied Ergonomics; 2012, 43(6): 1002-1007.

21. Perlman SP, Clive F, Fenton SJ. A Caregivers Guide to Good Oral Health for Persons with Special Needs, Special Olympics International; 2008, 1-12.

22. Fong-Gong W, Min-Yuan M, Ro-Han C. A new user-centered design approach: A hair washing assistive device design for users with shoulder mobility restriction. Applied Ergonomics; 2009, 40(5):878-886.

23. Barratt BIP, Moeed A. Environmental safety of biological control: Policy and practice in New Zealand. Biological Control; 2005, 35(3):247-252.

24. Sivapirakasam SP, Surianarayanan M, Swaminathan G. Hazard assessment for the safe storage manufacturing and handling of flash compositions. Journal of Loss Prevention in the Process Industries; 2009, 22(2): 254-256.

25. Abolfazli A, Abolfazli H. Human Factors Engineering, First Edition. Tehran: Jahan Jame Jam publication; 1387, 48-49 [Persian],

26. Johnson SL. Ergonomic design of handheld tools to prevent trauma to the hand and upper extremity. Journal of Hand Therapy; 1990, 3(2): 86-93.

27. Mo'odi MA, Choubine A. Ergonomics in practice, Tehran: Mad book press, 1378, 298[Persian].

28. U.S Department of Health and Human Services-Health National Insttutes of Research. National Institute of Dental and Craniofacial. Dental Care Every Daya Caregiver's Guide. National Institute of Dental and Craniofacial Research National Oral Health Information Clearinghouse; 2012, 1-21.

29. JADA, How to Brush, American Dental Association; 2005.

30. American Dental Association. www.healthymouthshealthylives.org, How to Brush; 2005

31. Spinal Cord Injury. http://sci.petertan.com; 2013.

32. Spinalistips; http://www.spinalistips.se; 2010

33. Westchester Institute for Human Development. http://wihd.org; 2013.

34. Heinz F, editor. Jameaei Seyyed Behnam aldin. Pocket Atlas of Human Anatomy, Tehran: Khosravi Press in collaboration with Ashraqyh publication, 1388, 60-116[Persian].

35. Kuijt-Evers LFM, Bosch T, Huysmans MA, et al. Association between objective and subjective measurements of comfort and discomfort in hand tools. Applied Ergonomics; 2007, 38(5):643-654.

36. Zickler C, Halder S, Kleih SC, et al. Brain Painting: Usability testing according to the user-centered design in end users with severe motor paralysis. Artificial Intelligence in Medicine; 2013, 59(2): 99-110.

37. Harshada P, Oliver S, Sarah S, et al. Human centred design of 3-D interaction devices to control virtual environments. International Journal of Human-Computer Studies; 2006, 64(3): 207-220.

Designing the manual tools of the tetraplegia handicapped C5-C7 by UCD method

S. M. Rafiee[1], H. Sadeghi Naeini[2], A. Kohan[3]

Received: 2014/09/28 Revised: 2014/12/28 Accepted: 2015/01/07

Abstract

Background and aims: One of the disorders which make some limitation for people is cervical spine injury. It causes disturbances in the upper sensory and motor extremities. This complication limits daily activities. The aim of this study is to design a manual toothbrush for cervical spinal cord handicapped (tetraplegia C5-C7) that is in compliance with the movement restrictions of this group. The tool's convenience was measured by the user-centered method.

Methods: The research methodology of this study is a case study and data were collected by field study and questionnaires. The UCD method was also used to gain information and pertinent feedback of the users. In this study, 27 volunteers participated. Based on preliminary questioning and implementing the phases of user- centered approach, the final design of the toothbrush was achieved. In the final stage of UCD in which the aim was to provide the comfort parameters of tetraplegia handicapped C5-C7's manual tool, the satisfaction questionnaire of manual tool was used to determine the convenience level.

Results: By using UCD method and gaining the feedbacks of the users, it is concluded that the physical properties of the toothbrush should be matching with the movement limitations of the hands. In this phase, the authors provided a list of dimensional properties that finally were applied in design.

Conclusion: It seems that emphasis on user autonomy is the most important item in product design for this group that is provided by the coordinating the manual tools' form, mechanism and dimensions with the limitation of user's hands.

Keywords: Toothbrush, Convenience, Tetraplegia, User-centered design.

1. MA Student of Industrial Design, Faculty of Architecture and Urban Planning, Iran University of Science and Technology, Tehran, Iran. rafiee.mitra@yahoo.com
2. Assistant Professor of Industrial Design Group, Faculty of Architecture and Urban Planning, Iran University of Science and Technology, Tehran, Iran.
3. Occupational Therapy MSc OT Brain and spinal cord injury research center, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.