

طراحی و ساخت تکیه گاه بازوی ارگونومیک قابل تنظیم برای کاربری کامپیوتر

محمد شریف حسینی^۱، تیمور الهیاری^۲

چکیده

زمینه و هدف: اختلالات اسکلتی - عضلانی دست و بازو در میان کاربران صفحه کلید و موس بسیار شایع است که یکی از دلایل مهم آن عدم برخورداری از تکیه گاه مناسب دست و بازو است. طراحی، ساخت و ارزیابی تکیه گاه بازوی ارگونومیک خود تنظیم، برای کاربران صفحه کلید و موس، به منظور پیشگیری از پوسچرهای غلط دست و بازو، در انجام وظایف تایپ و کار با موس است.

روش بررسی: در این مطالعه، مدل جدیدی از تکیه گاه های ارگونومیکی که خاصیت دینامیکی و خود تنظیمی داشت، طراحی، و پس از نصب بر روی صندلیهای معمولی، با استفاده از یک نمونه ۲۷ نفری از کاربران در هنگام کار با صفحه کلید و موس نسبت به تکیه گاههای رایج مورد مقایسه قرار گرفت. اطلاعات لازم از پوسچر دست، ساعد و بازوی کاربران در استفاده از دو تکیه گاه، به روش مشاهده مستقیم و ارزیابی های ذهنی، جمع آوری و با آزمون های آماری مقایسه شد.

یافته ها: استفاده از تکیه گاه جدید بجای مدل های معمولی، پوسچر های غلط دست و بازو را بشدت کاهش داد، که آزمون آماری (z-test) این مقدار بهبودی را معنی دار نشان می دهد ($P < 0.001$). علاوه بر این، تکیه گاه جدید در اغلب جنبه های ارگونومیکی مورد ارزیابی، برای کاربران رضایتبخش بنظر رسید.

نتیجه گیری: تکیه گاه جدید، بعلاوه ویژگیهای مثبت دینامیکی و ارگونومیکی، می تواند جایگزین خوبی برای تکیه گاههای موجود بر روی صندلیها و حتی مدل های ارگونومیک خارجی قابل اتصال به میز باشد با این تفاوت که بر خلاف آنها در دیگر وظایف کار بر تداخلی ایجاد نمی کند.

کلیدواژه ها: تکیه گاه صندلی، طراحی، پوسچر، مطالعه مداخله ای، ارگونومی

مقدمه

کاربران رایانه علی الخصوص افراد تایپیست که بیشتر اوقات کاری خود را در کار با صفحه کلید سپری می کنند از دردهای مزمن اسکلتی - عضلانی در ناحیه انگشتان و میچ دست، بازوها، [۲،۱] شانه ها و گردن [۴،۳] شکایت دارند. اینگونه عوارض در نتیجه حرکت های تکراری، کار استاتیک مداوم، پوسچرهای نادرست کاری و یا در اثر طراحی نادرست ادوات کار ایجاد می شوند و دارای ویژگیهای تجمعی بوده و آثار خود را با گذشت زمان آشکار می سازد [۴] سندرم

تونل کارپال، تونل کوبیتال و التهاب غلاف پوششی تاندونها نشانگانهای بسیار شایع در میان کاربران

صفحه کلید و موس است. [۲،۱]

یکی از راههای مناسب حذف و یا کاهش این اینگونه عوارض استفاده از تکیه گاه بازو است. اگر تکیه گاه بازو درست طراحی شده باشد، فشارهای عضلانی وارد بر عضلات گردن، شانه، بازو و دست را کاهش داده و موجب افزایش راندمان کار می گردد [۵-۷]. تکیه گاه های بازوی موجود بر روی صندلی ها از نظر طرح بسیار متفاوت بوده و تاثیر هر یک از آنها در اصلاح پوسچر کاری و کنترل استرس دست و بازو بسیار متفاوت از

۱- کارشناس ارشد بهداشت حرفه ای، عضو هیات علمی دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی قزوین.

۲- (نویسنده مسئول) استادیار، عضو هیات علمی دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی ارومیه. (fdgir@yahoo.com)

دیگری است.

مربوط به پوسچرهای دست و بازوی کاربران و ارزیابی ذهنی از آنها در طول مدت استفاده از دو تکیه گاه با استفاده از پرسشنامه و چک لیست جمع آوری گردید. کاربران بمنظور تطابق با تکیه گاه جدید بمدت یک هفته آن را استفاده کردند. در این حین آنها وظایف تایپ و وارد نمودن داده ها در نرم افزار اکسل را انجام میدادند. پس از این مدت، پوسچرهای دست - بازوی آنها در حین کار ثبت و نظر کاربران در مورد تکیه گاه بوسیله پرسشنامه دریافت شد. هر اپراتور تنظیمات مربوط به پست کار را قبل از شروع بکار انجام می داد. شرایط و محیط کار در استفاده از هر دو تکیه گاه یکسان بود.

اطلاعات حاصل از مشاهده پوسچرهای دست و بازو قبل از مداخله (استفاده از تکیه گاههای سنتی) و پس از مداخله (استفاده از تکیه گاه جدید) با استفاده از آزمونهای آماری تی تست، تست فیشر و تست Z مورد مقایسه قرار گرفت تا میزان تاثیر تکیه گاه جدید در اصلاح پوسچرهای مضر و کنترل عوامل استرس زا مشخص گردد. همچنین درصد بهبودی که نشان دهنده میزان کاهش پوسچرهای نامناسب دست بازو در استفاده از تکیه گاه جدید است محاسبه گردید برای این منظور از رابطه زیر استفاده شد:

$$\left(\frac{b-a}{a}\right) \times 100$$

در این رابطه a تعداد پوسچرهای مناسب دست و بازو در هنگام استفاده از تکیه گاه معمولی و b تعداد پوسچرهای مناسب در هنگام استفاده از تکیه گاه جدید می باشد.

همچنین میزان رضایت کاربران از تکیه گاه ارگونومیک جدید از طریق پرسشنامه مورد بررسی قرر گرفت. در این پرسشنامه رضایت کاربران از ویژگیهای تکیه گاه مانند قابلیت تنظیم ارتفاع، حرکات و جهت، پهنا و طول آن، قابلیت کاربری و مقبولیت آن توسط کاربران مورد سوال قرار گرفت.

میانگین سابقه کاری کاربران شرکت کننده در مطالعه ۵/۲۷/۷۷ سال و متوسط زمان تایپ روزانه آنها ۵/۲۴/۵۴ ساعت بود. از میان کاربران فقط ۴/۴۴٪ در زمینه نحوه درست کار خود، قبلا آموزش دیده یا

طراحان صنعتی و مهندسين فاکتورهای انسانی به منظور اصلاح پوسچرهای غلط دست و بازو در فرایند استفاده از صفحه کلید و موس، مدل‌های جدیدتری از صفحه کلید [۸، ۹] و تکیه گاه بازو [۱۱، ۱۰] را طراحی کرده و تاثیر بکارگیری آنها را در بهینه نمودن پوسچر دست و بازو، مورد ارزیابی قرار داده اند. هدف مطالعه حاضر طراحی، ساخت، بکارگیری و ارزیابی نوعی تکیه گاه ارگونومیک برای کاربران صفحه کلید و موس است. ویژگیهایی که برای تکیه گاه فوق در نظر گرفته شده است قابلیت اتصال به صندلی و قابلیت تنظیم خودکار از نظر ارتفاع، عرض، فاصله از میز و صفحه کلید، چرخش و زاویه جهت گیری است. انتظار می رود با در نظر گرفتن عوامل فوق پوسچرهای نامطلوب دست، ساعد، بازو و شانه کاربران هنگام کار حذف یا به حداقل رسانده شود.

روش بررسی

در این مطالعه از میان کاربران رایانه و تایپست در مجموعه آموزشی مورد مطالعه ۲۷ تایپست و اپراتور رایانه بصورت تصادفی انتخاب شد. اطلاعات دموگرافیک، نوع عوارض اسکلتی - عضلانی دست و بازو که اپراتورها با آنها درگیر هستند (مانند بی حسی و درد در انگشتان و مچ) و مشخصات تجهیزات مورد استفاده کاربران (میز، صندلی، موس، صفحه کلید و تکیه گاه بازو) توسط پرسشنامه جمع آوری شد [۱۲]. اطلاعات مربوط به پوسچر دست و بازوی پرسنل مانند اتکای بازو بر روی تکیه گاه، افقی بودن ساعد، فشار بر مچ دست از ناحیه میز، انحراف مچ دست بطرفین بالا، پایین، چپ یا راست (زاویه انحراف بیشتر از ۲۰ درجه) با روش مشاهده مستقیم و تکمیل چک لیست جمع آوری شد [۱۳].

پس از شناسایی پوسچرهای نامناسب دست و بازو کاربران در هنگام کار، رابطه این پوسچرها بامتغیرهای دموگرافیکی و عوارض اسکلتی عضلانی مورد بررسی قرار گرفت. مداخله ارگونومیک با طراحی یک تکیه گاه جایگزین صورت گرفت. تکیه گاه جدید طراحی و ساخته شد و تکیه گاه جدید بر روی صندلی نصب و توسط کاربران مورد استفاده قرار گرفت. اطلاعات

تکیه‌گاه ارتفاع، طول و موقعیت ثابتی دارد (غیر قابل تنظیم و غیر قابل حرکت) ۷۰/۴ در صد کاربران از صندلی‌های با نام قابل تنظیم برخوردار بودند که از میان آن ۱۴/۸٪ برخوردار از قابلیت تنظیم ارتفاع بودند. ۸۸/۸٪ کاربران در پست کاری خود همزمان از موس و صفحه کلید استفاده می‌کردند که در ۷۰/۴٪ صفحه کلید و موس هم سطح و در ۱۸/۵٪ غیر هم سطح بود. از بین کاربران ۹۶/۳٪ آنها حداقل به یکی از عوارض مرتبط با نوع کار و پوسچر کاری دست یا بازو مبتلاء بودند که شیوع چند مورد از این گونه عوارض در میان کاربران مورد مطالعه، در جدول ۱ ارائه شده است.



شکل ۱- تکیه‌گاه‌های معمولی (ثابت) که قبل از مداخله مورد استفاده قرار گرفت

آزمون t -test - رابطه معنی داری بین عوارض اسکلتی-عضلانی با سابقه کار و مدت تایپ روزانه کاربران نشان نداد (جدول ۱)، اما تست فیشر نشان داد که رابطه معنی داری بین عوارض اسکلتی-عضلانی و پوسچرهای غلط دست و بازو که ناشی از تکیه‌گاه سنتی (ثابت) است وجود داشت. (جدول ۲). نتایج جدول ۱ و ۲ نشان می‌دهند که پوسچرهای غلط که ناشی از طراحی ضعیف تکیه‌گاه سنتی است علت بروز عوارض اسکلتی-عضلانی است و این عوارض ارتباطی با سابقه کار و ساعات کار طولانی نداشتند.

مطالعه‌ای را کرده بودند و ۹۶/۳ اعتقاد داشتند که پست کاری، می‌تواند برای آنها زیان‌آور باشد. شرایط ورود کاربران در مطالعه داشتن شغل تایپست و داشتن حداقل یک سال سابقه کار تایپ، و راست دست بودن بود و افرادی که فاقد هر یک از شرایط فوق بودند از مطالعه خارج شدند.

یافته‌ها

قبل از مداخله ارگونومیک

مداخله ارگونومیک: تکیه‌گاه ارگونومیک طرح فنی تکیه‌گاه در شکل ۲ نشان داده شده است.

تکیه‌گاهی که قبل از مداخله ارگونومی مورد استفاده قرار گرفت از نوع تکیه‌گاه‌های متداول می‌باشد که براحتی از بازار قابل تهیه است (شکل ۱). این

مدت کار روزانه (ساعت)			سابقه کار (سال)			پاسخ	نوع عارضه
P	Std ± میانگین	n	P	Std ± میانگین	*n		
۰/۶۹۳	۵/۳۵ ± ۲/۳۴	۹	۰/۶۵۵	۶/۷۲ ± ۳/۳۶	۹	بلی	بی‌حسی در دستان و انگشتان
	۵/۵ ± ۲/۷۳	۱۴		۵/۱۲ ± ۲/۲۳	۱۷	خیر	
۰/۰۷۰	۶/۰۰ ± ۲/۱۱	۳	۰/۱۶۹	۶/۲۵ ± ۱/۲۶	۴	بلی	احساس سوزش و گزش در دستان و انگشتان
	۵/۳۶ ± ۲/۷۱	۲۰		۵/۶۵ ± ۲/۹۲	۲۲	خیر	
۰/۱۷۹	۶/۰۶ ± ۱/۹۴	۱۵	۰/۸۹۰	۵/۶۱ ± ۲/۶۴	۱۸	بلی	درد در ناحیه مچ دست
	۴/۴۲ ± ۳/۲۰	۸		۵/۷۷ ± ۳/۰۳	۹	خیر	
۰/۴۱۳	۵/۶۷ ± ۲/۴۴	۱۸	۰/۸۶۳	۵/۷۲ ± ۲/۷۵	۲۰	بلی	درد در عضلات ناحیه گردن
	۴/۶۰ ± ۲/۹۶	۵		۵/۵۰ ± ۲/۸۸	۶	خیر	
۰/۲۶۴	۷/۰۰ ± ۱/۷۳	۳	۰/۹۱۰	۵/۵۰ ± ۳/۹۰	۳	بلی	درد در عضلات ناحیه بازوها
	۵/۲۱ ± ۲/۵۸	۲۰		۵/۶۹ ± ۲/۶۳	۲۳	خیر	
۰/۹۰۲	۵/۵۲ ± ۲/۱۷	۱۰	۰/۶۶۱	۵/۹۶ ± ۳/۰۶	۱۱	بلی	نیاز به ماساژ دستان و انگشتان
	۵/۳۸ ± ۲/۸۷	۱۳		۵/۴۶ ± ۲/۵۳	۱۵	خیر	

* تعداد نمونه: ۲۷ نفر ایرانی کامپیوتر، T-test فراوانی پاسخ

جدول ۱- رابطه بین علائم اختلالات اسکلتی-عضلانی با سابقه کار و مدت زمان تایپ روزانه

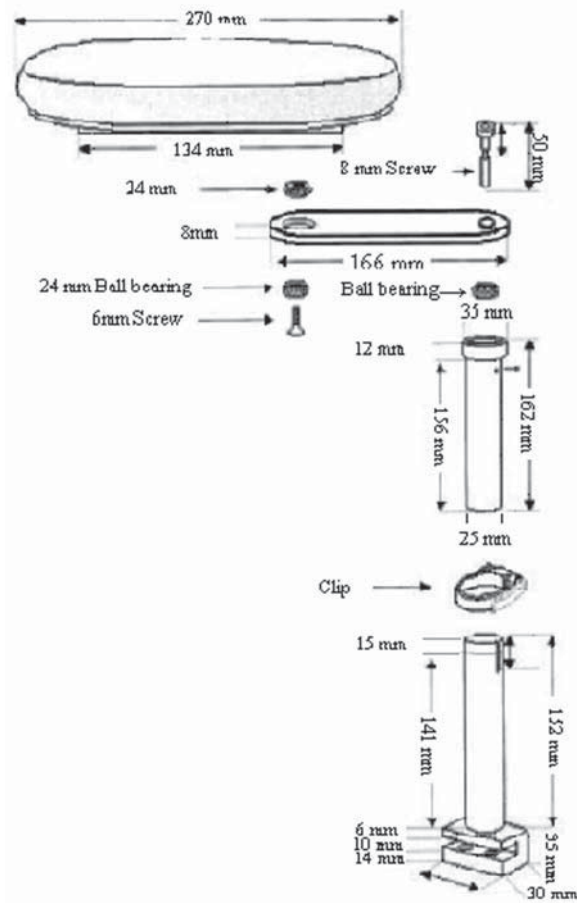


شکل ۴- تنظیم ارتفاع تکیه گاه

۶ و ۷ تکیه گاه نصب شده بر روی صندلی را بترتیب در حالت کار با صفحه کلید، موس و استراحت نشان میدهند. این تصاویر نشان میدهند چگونه استفاده از تکیه گاه می تواند پوسچرهای مناسب دست و بازو را بترتیب در هنگام کار با صفحه کلید، موس و استراحت موجب شود.

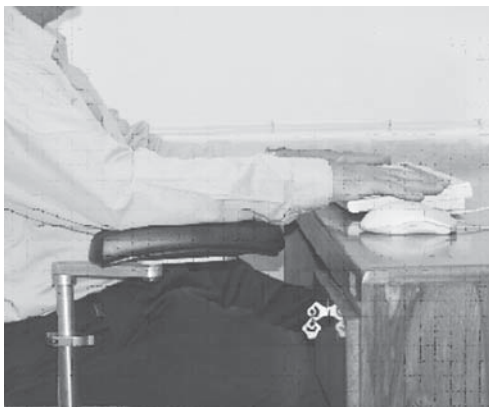
مقایسه نتایج حاصل از قبل و بعد از مداخله ارگونومیک:

نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل اطلاعات جمع آوری شده بطریق مشاهده و تکمیل چک لیست از پوسچرهای دست و بازو، در مراحل قبل و بعد از مداخله در جدول ۳ ارائه شده است. داده های جدول ۳ نشان می دهد که استفاده از تکیه گاه جدید بجای تکیه گاههای معمولی وضعیت های غلط دست و بازو و ساعد مانند افقی بودن ساعد، عدم انحراف مچ به چپ و راست، عدم خم شدن مچ به سمت بالا یا پایین، عدم فشار بر مچ دست از ناحیه سطح یا لبه میز را در هنگام

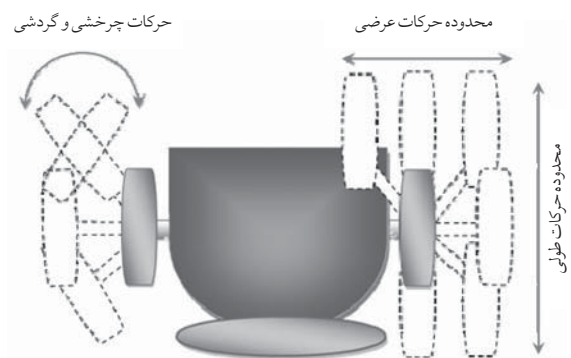


شکل ۲- طرح تکیه گاه جدید و اجزاء مختلف آن

تکیه گاه یک قسمت قابل تنظیم و دو قسمت متحرک دارد ابعاد اجزاء مختلف تکیه گاه و نحوه اتصال آنها به یکدیگر در شکل نشان داده شده است. شکل ۳ قابلیت حرکت تکیه گاه در سطح افق را نشان میدهد شکل ۴ نحوه تنظیم ارتفاع تکیه گاه را نشان میدهد. اشکال ۵،



شکل ۵- وضعیت تکیه گاه جدید در حالت تکیه



شکل ۳- وضعیتهای مختلف حرکت افقی تکیه گاه جدید



شکل ۷- وضعیت تکیه‌گاه جدید در هنگام استراحت



شکل ۶- وضعیت تکیه‌گاه جدید در حالت کار با موس

تایپ یا کار با موس ۲۰۰ درصد یا دو برابر بهبود بخشیده است به نحوی که آزمون آماری (z-test) داده‌ها این میزان بهبودی را معنی‌دار نشان می‌دهد ($P < 0.001$).

نتایج حاصل از بررسی نظر کاربران در مورد تکیه‌گاه جدید

نتایج حاصل از ارزیابی نظر کاربران در مورد کیفیت و شرایط تکیه‌گاه بازوی جدید در جدول ۴ ارائه شده است. داده‌های جدول شماره ۴ نشان می‌دهد که در اغلب فاکتورهای مورد ارزیابی، تکیه‌گاه جدید، با حدود اطمینان بالای ۸۵٪، رضایت کاربران را تأمین

می‌کند. نتایج بدست آمده از مطالعه حاضر نشان داد که هنگام استفاده از تکیه‌گاه‌های معمولی، زاویه دست بیش از حد به سمت بالا، پایین، چپ یا راست منحرف بوده و بر مچ دست در ناحیه تونل کارپال فشار می‌آید. تکرار و مداومت در انحراف از پوسچر طبیعی مچ دست (۲۰ درجه <) و اعمال فشار بر آن (30 mmHg) در ناحیه تونل کارپال، می‌تواند بترتیب سبب اختلال در جریان خون [۱۳] و کاهش هدایت پیام عصبی در عصب مدیان [۱۴] گردد. تکیه‌گاه جدید، در مقایسه با تکیه‌گاه‌های معمولی، از طریق کاهش فشاری که در انحراف مچ

پوسچر غلط دست و بازو									نوع عارضه		پاسخ				
انحراف دست در ناحیه مچ در هنگام کار با موس			انحراف دست در ناحیه مچ در هنگام تایپ			فشار بر مچ دست از ناحیه لبه یاسطح میز			P	بلی	خیر	P	بلی	خیر	
P	بلی	خیر	P	بلی	خیر	P	بلی	خیر							
۰/۰۲۶	۰	۱۰	۰/۱۷۹	۱	۹	۰/۶۶۳	۳	۷	بلی خیر	بی حسی در دستان و انگشتان دست	بلی خیر	۰/۰۲۶	۰	۱۰	
۰/۰۲۲	۰	۱۱	۰/۴۰۷	۲	۹	۰/۰۰۰	۴	۷							بلی خیر
۰/۰۲۳	۲	۱۶	۰/۰۰۷	۲	۱۶	۰/۶۶۴	۶	۱۲	بلی خیر	درد در ناحیه مچ دست	بلی خیر	۰/۰۲۳	۲	۱۶	
۰/۰۰۸	۷	۸	۰/۰۷۵	۲	۱۳	۰/۰۰۴	۲	۱۳							بلی خیر
۰/۰۰۶	۰	۱۳	۰/۰۰۲	۰	۱۳	۰/۰۴۱	۲	۱۱	بلی خیر	درد در عضلات ناحیه بازوها	بلی خیر	۰/۰۰۶	۰	۱۳	
۰/۰۰۹	۱	۱۵	۰/۰۰۷	۱	۱۴	۰/۴۲۵	۵	۱۱							بلی خیر
	۶	۵		۶	۴		۵	۵							

† تعداد نمونه: ۲۷ نفر کاربر رایانه، Fisher's Exact Test

جدول ۲- رابطه بین نوع عارضه اسکلتی-عضلانی با برخی از پوسچرهای غلط دست، بازو و مچ دست کاربران

پوسچرها	تکیه گاه معمولی (a)		تکیه گاه جدید (b)		درصد بهبودی $(\frac{b-a}{a}) \times 100$
	%	n	%	n	
افقی بودن ساعد	۲۸/۹	۷	۹۴/۴	۱۷	۱۴۲/۶
عدم انحراف مچ دست به سمت راست یا چپ	۳۳/۳	۶	۸۸/۹	۱۶	۱۶۷
عدم انحراف مچ دست به سمت بالا یا پایین	۳۸/۹	۷	۸۳/۳	۱۵	۱۱۴
عدم فشار بر مچ دست از ناحیه سطح یا لبه میز	۲۷/۸	۵	۸۸/۹	۱۶	۲۱۹/۷
تکیه ساعد بر تکیه گاه در حال تایپ	۳۸/۹	۷	۱۰۰	۱۸	۱۵۷
تکیه ساعد بر تکیه گاه در کار با موس	۲۲/۲	۴	۶۶/۷	۱۲	۲۰۰

*در این مرحله از مطالعه تعداد کاربر مورد مطالعه ۱۸ نفر بودند (از ۲۷ نفر، ۲ مورد بعلت عرضه درد مچ دست، ۴ مورد بعلت بر خوردار بودن از صندلی با قابلیت تنظیم ارتفاع و ۳ مورد بعلت صرف نظر کردن از مشارکت داوطلبانه، از مطالعه حذف شدند).

جدول ۳- نتایج حاصل از مشاهده پوسچرهای کار حین استفاده از تکیه گاه معمولی و جدید* و میزان بهبودی پس از مداخله ارگونومیک

در پوسچرهای شد که در آن دست در ناحیه مچ بسمت زند زیرین یا زیرین منحرف می گردید ($p < 0/001$) دلیل کاهش در این ریسک فاکتور (۱۶۷ درصد یا ۱/۶ برابر) می تواند به علت خود کار بودن تحرک و تنظیم پذیری زاویه یا جهت قرار گرفتن سطح تکیه گاه در سطح افقی باشد. تحرک و زاویه پذیری آزاد تکیه گاه در سطح افقی موجب می شود ساعد در هنگام تایپ و کار با موس پیوسته موازی سطح تکیه گاه و متکی به آن باشد. اتکای پیوسته ساعد بر روی تکیه گاه به همراه هم جهت بودن با آن، موجب پیشگیری از انحراف دست در ناحیه مچ بسمت راست یا چپ می شود [۵-۷].

نتیجه گیری

تحقیق حاضر مشکلات ارگونومیکی تکیه گاههای معمولی را شناسایی و تکیه گاه جدیدی را طراحی و پیشنهاد نمود. در این مقاله طراحی و ارزیابی این تکیه

دست ایجاد می نماید، می تواند فشار بر تونل کارپال را کاهش داده [۱۴، ۱۶، ۱۷] و از سندرم تونل کارپال پیشگیری نماید.

جدول ۳ نشان میدهد که استفاده از تکیه گاه جدید در مقایسه با تکیه گاه های، موجب کاهش معنی داری در پوسچرهای مضر (پوسچرهایی که در آن دست در ناحیه مچ به سمت بالا یا پایین منحرف یا بر آن فشار وارد می شد) گشته است ($p < 0/001$). دلیل کاهش در این ریسک فاکتورها (بترتیب ۴/۴۴ و ۱/۶۱) می تواند بعلت تنظیم پذیر بودن ارتفاع تکیه گاه باشد، زیرا اگر در هنگام تایپ یا کار با موس، ارتفاع تکیه گاه در سطحی متناسب با ارتفاع آرنج تنظیم شده باشد، ساعد بصورت افقی قرار می گیرد. افقی شدن ساعد در هنگام تایپ و کار با موس مانع از انحراف مچ دست به سمت بالا و پایین و وارد آمدن فشار بر آن می شود [۷، ۱۰].

تکیه گاه جدید همچنین موجب کاهش معنی داری

رضایت ندارد				رضایت دارد				فاکتور مورد ارزیابی از تکیه گاه
%	n	%	n	%	n	%	n	
۸/۳	۲	۹۱/۷	۲۲	۸/۳	۲	۹۱/۷	۲۲	تنظیم پذیری ارتفاع به نحو راحت و سریع (شکل ۴)
۸/۳	۲	۹۱/۷	۲۲	۸/۳	۲	۹۱/۷	۲۲	تنظیم پذیری ارتفاع تکیه گاه در ارتفاع لازم (شکل ۳)
۱۶/۴	۴	۸۳/۳	۲۰	۱۶/۴	۴	۸۳/۳	۲۰	تنظیم پذیری خودکار عرض تکیه گاه متناسب با عرض بازوها (شکل ۳)
۲۵/۰	۶	۷۵	۱۸	۲۵/۰	۶	۷۵	۱۸	تنظیم پذیری خودکار سطح تکیه گاه در راستای جهت ساعد (شکل ۳)
۸/۳	۲	۹۱/۷	۲۲	۸/۳	۲	۹۱/۷	۲۲	استفاده پذیری راحت و قتیکه موس و صفحه کلید زیر سطح میز قرار دارند (شکل ۶)
۱۶/۷	۴	۸۳/۳	۲۰	۱۶/۷	۴	۸۳/۳	۲۰	استفاده پذیری راحت تکیه گاه و قتیکه موس و صفحه کلید بر روی میز هستند (شکل ۶)
۴۱/۷	۱۰	۵۸/۳	۱۴	۴۱/۷	۱۰	۵۸/۳	۱۴	نرمی و راحتی سطح تکیه گاه تکیه گاه
۱۶/۷	۴	۸۳/۳	۲۰	۱۶/۷	۴	۸۳/۳	۲۰	زیبایی و مقبولیت شکل ظاهری تکیه گاه
۳۳/۳	۸	۶۶/۷	۱۶	۳۳/۳	۸	۶۶/۷	۱۶	استفاده پذیری در هنگام تایپ و تحریر (شکل ۵)
۴۱/۷	۱۰	۵۸/۳	۱۴	۴۱/۷	۱۰	۵۸/۳	۱۴	استفاده پذیری در هنگام استراحت (شکل ۷)

*در این مرحله از مطالعه ۲۴ کاربر شرکت داشتند (از ۲۷ نفر ۳ مورد به علت عرضه درد مچ دست از مطالعه حذف شدند).

جدول ۴- ارزیابی نظر کاربران در باره تکیه گاه جدید*

7. Lintula M, Nevala-Puranen N, Louhevaara V. Effects of Ergorest Arm Supports on Muscle Strain and Wrist Positions During the Use of the Mouse and Keyboard in Work With Visual Display Units: A Work Site Intervention. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, 2001; 7(1): 103-116.

8. Pat T, David R, Tomas A, Stephen B. Effect of four computer keyboards in computer users with upper extremity musculoskeletal disorders. *American Journal of industrial Medicine*, 2000; 35(6): 647-661.

9. Honan M, Serina E, Tal R and Rempel D. Wrist postures while typing on a standard and split keyboard, *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society 39th Annual Meeting*, 1, (Human Factors and Ergonomics Society Santa Monica), 1995, 366-368.

10. Rbin H, Fredric G, Jonathan M. Clinical evaluation and managemnt of work-related carpal tunnel syndrome. *American Journal of industrial medicine*, 2000; 37(1):62-74.

11. Deborah f, and et al . Reliability of physical examination of the upper extremity among keyboard operators. *American Journal of industrial medicine*, 2000 ; 37(4):423-430.

12. Karlqvist L K, Hagberg M, Koster M, Wenemark M & ?nell R. Musculoskeletal symptoms among computer-assisted design (CAD) operators and evaluation of a self-assesment questionnaire. *International Journal of Occupational Environment and Health*, 1996; 2: 185-194.

13. Drury, C.G., 1995. Methods for direct observation of performance. In: Wilson, J.R., Corlett, E.N. (eds.), *Evaluation of human work - A practical Ergonomics methodology*. Taylor & Francis, London, pp. 45-68

14. Gelberman R H, Szabo R M, and Mortenson W W. Carpal tunnel pressures and wrist position in patients with Colle's fractures. *Journal of Trauma*, 1984; 24:747-749.

15. Dahlin L B, Aspects on pathophysiology of nerve entrapments and nerve compression injuries. *Neurosurgery Clinics of North America*. 1991; 2: 21-29

16. Rempel D and Horie S. Effect of wrist posture during typing on carpal tunnel pressure, in A Grieco, G Molteni, E Occhipinti and B Piccoli (editors.) *Work With Display Units '94*, *Proceedings of the Fourth International Scientific Conference*, 3, (University of Milan, Milan, Italy), 1994; C27-C28.

17. Rempel D, Horie S, and Tal R. Carpal tunnel pressure changes during keying. *Proceedings of the Marconi Keyboard Research Conference*, (UC San Francisco, Ergonomics Laboratory, Berkeley) 1994; 1-3.

گاه ارائه شد. نتایج نشان داد که استفاده از تکیه‌گاه جدید، بعلت برخورداری از ویژگی مثبت ارگونومیکی و دینامیکی، می‌تواند بطور چشمگیری پوسچرهای غلط دست و بازوی کاربران را در هنگام کار با صفحه کلید (تایپ کردن) و کار با موس کاهش دهد و رضایت اکثریت کاربران را در استفاده از آن برآورده نماید. تکیه‌گاه جدید به سادگی و بدون نیاز به تغییرات خاص، بر روی اغلب صندلی‌های معمولی، قابل نصب بوده و بر خلاف مدل‌های خارجی اتصال پذیر به میز [۷، ۱۰، ۱۱] که بسیار گران قیمت نیز هستند، هیچگونه مزاحمتی در انجام سایر وظایف اداری کاربران ندارد، لذا با توجه به همه این ویژگیها می‌توان با هزینه بسیار کم (۱۵۰۰۰ تومان در مقابل ۹۰۰۰۰ هزار تومان مدل‌های اتصال پذیر به میز) صندلی‌های موجود در ادارات را به آن مجهز کرده و یا طرح آن را برای سازندگان صندلی برای ساخت صندلی‌های بر خوردار از چنین تکیه‌گاهی عرضه نمود.

منابع

1. Bergqvist U, Wolgast E, Nilson B, Voss M. Musculoskeletal disorder among visual display terminal workers: individual ergonomic and work organization factor. *Ergonomic*, 1995 ; 38(4): 763-777.

2. Carter J.B & Banister E.W. Musculoskeletal problems in VDT work: A Review. *Ergonomics*, 1994; 37(10): 1623-1648.

3. Cook C, Burgess-Limerick R & Chang S. The prevalence of neck and upper extremity musculoskeletal symptoms in computer mouse users. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 2000; 26(3): 347-356.

4. Armstrong T.J & et al. A conceptual model for work-related neck and upper-limb musculoskeletal disorders. *Scandinavian Journal of Work Environment and Health*, 1993; 19: 73-84.

5. Feng Y and et al . Effects of arm support on shoulder and arm muscle activity during sedentary work. *Ergonomic*, 1997; 40(1):78-91

6. Poonawala M F & Fernandez J E. Effect of using arm supports as an aid to light assembly work. In S. Kumar (Editor), *Advances in occupational ergonomics and safety* Amsterdam, The Netherlands: IOS Press, 1998: 479-482).