فصلنامه علمی تخصصی طب کار
دوره ۸، شماره ۱، بهار۱۳۹۵
صفحه: ۸۷-۷۶

Occupational Medicine Quarterly Journal
Vol.8, No 1, spring, 2016
Pages: 76-87

بررسی ایستگاه‌های کار اداری تایپیست‌ها از دیدگاه بیومکانیک شغلی

مریم مقصودی‌پور[۱]، هدی نبوی*[۲]

چکیده

مقدمه: طراحی مناسب ایستگاه کاری اداری برای تایپیست‌ها و شیب مناسب صفحه‌کلید، می‌تواند از بروز بیماری‌های عضلانی اسکلتی اندام فوقانی، پیشگیری کند. هدف این مطالعه مقایسه زوایای حرکت مچ دست و انگشتان هنگام تایپ در ایستگاه‌های کاری متفاوت با شیب‌های متفاوت صفحه‌کلید می‌باشد.

روش بررسی: در این مطالعه تجربی، تعداد ۱۰ نفر از کارکنان زن تایپیست دانشگاه به روش تصادفی انتخاب شدند. آزمایش بر روی دو صندلی متفاوت قابل تنظیم و غیرقابل تنظیم و با چهار زاویه متفاوت شیب صفحه‌کلید شامل صفر، ۷+، ۱۵+ و ۷- درجه تست شد. داده‌های کینماتیک مچ دست و انگشتان، توسط سیستم آنالیز حرکت Vicon و نرم‌افزار MATLAB محاسبه شد.

نتایج: در مورد میانگین زوایای فلکسیون مچ دست، اختلاف معنی‌دار بین زوایا در شیب‌های صفحه‌کلید، متفاوت دیده شد. در ایستگاه کاری با صندلی قابل تنظیم، کمترین مقدار میانگین مشاهده شده برای حداکثر، میانگین و حداقل فلکسیون، برای شیب صفحه‌کلید، ۱۵ درجه اندازه‌گیری شد. مجدداً کمترین میانگین فلکسیون مشاهده شده در مفصل متاکارپوفالانژیال انگشت دوم و پنجم، در ایستگاه کاری با صندلی قابل تنظیم، باز هم در مورد شیب صفحه‌کلید، ۱۵ درجه اندازه‌گیری شد. در مفصل اینترفالانژیال پروگزیمال انگشت دوم نیز کمترین مقادیر با شیب صفحه‌کلید ۱۵ درجه در ایستگاه کاری با صندلی قابل تنظیم به‌دست آمد.

نتیجه‌گیری: هنگام تایپ بر روی صفحه‌کلید، هر اندازه که درجه زاویه‌های مفاصل انگشتان و یا مچ دست به صفر نزدیکتر باشد، آن مفصل در دسترس کمتری قرار می‌گیرد. در این مطالعه، کمترین میانگین‌ها برای میزان فلکسیون در مفاصل بررسی شده، در ایستگاه کاری با صندلی قابل تنظیم در شیب صفحه‌کلید ۱۵ درجه مشاهده شد.

واژه‌های کلیدی: ایستگاه کار اداری، اختلالات اسکلتی عضلانی اندام فوقانی، شیب صفحه‌کلید، آنالیز حرکت

۱- دانشیار، گروه ارگونومی، دانشگاه علوم بهزیستی و توانبخشی تهران
۲- کارشناسی ارشد مهندسی پزشکی، دانشگاه علوم بهزیستی و توانبخشی تهران
*نویسنده مسئول؛ تلفن: ۰۰۹۸۲۱۲۲۱۸۰۱۱۹، پست الکترونیکی:hodanabavi@gmail.com
تاریخ دریافت: ۹۳/۰۴/۱۸ تاریخ پذیرش: ۹۳/۰۷/۳۰

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-11-17]

مقدمه

با توجه به پیشرفت روزافزون تکنولوژی، به‌تدریج رایانه‌ها به یکی از اجزای اصلی زندگی روزمره افراد در محل کار، فروشگاه‌ها، آزمایشگاه‌ها، مدارس و دانشگاه‌ها تبدیل شده‌اند و افراد بیش از پیش از رایانه‌ها استفاده می‌کنند(۱). در نتیجه استفاده طولانی مدت از رایانه، نرخ ابتلا به بیماری‌های اسکلتی عضلانی به‌خصوص در دست‌ها و گردن افزایش یافته است به‌طوریکه استفاده از صفحه‌کلید در حالت نامناسب مچ دست و ساعد، باعث افزایش ریسک اختلال حرکتی دست شده است(۲). همچنین افزایش استفاده از صفحه‌کلید در محل کار، یکی از عوامل مهم رشد شیوع اختلالات اسکلتی عضلانی اندام فوقانی مرتبط با کار شده است که یکی از عوامل محتمل در ایجاد این روند افزایشی، استفاده از صفحه‌کلیدهای استاندارد مسطحی است که مچ دست و ساعد را در وضعیت نامناسب بیومکانیکی قرار می‌دهند(۳).

در طی ۵۰ سال اخیر برای حل این مشکل، با هدف کاهش وضعیت نامناسب مچ دست و ساعد هنگام تایپ کردن، صفحه‌کلیدهای هندسی متفاوتی طراحی و ارائه شده است(۲). همچنین تعداد دیگری از تحقیقات نشان دادند که در صورت استفاده از صفحه‌کلید بیش از ۲۰ ساعت در هفته ریسک ابتلا به سندرم تونل کارپال افزایش می‌یابد(۴). در عین حال،در برخی مطالعات قرار گرفتن صفحه‌کلید با شیب به سمت پایین، باعث کاهش زاویه اکستنسیون مچ دست و به‌دنبال آن کاهش فشار در تونل کارپال شده است(۵).

وضعیت قرار گرفتن ساعد، مچ دست و انگشتان و همچنین نیروی وارد شده بر سر انگشتان، از عوامل موثر در افزایش فشار تونل کارپال و در نتیجه ایجاد سندرم تونل کارپال می‌باشند. به‌طور مثال، چرخش ساعد از حالت ۴۵ درجه پرونیشین و انحراف افقی مچ دست از حالت خنثی هم‌زمان با اکستنسیون، باعث افزایش فشار تونل کارپال می‌شود(۸-۶). همچنین این مشخصه در وضعیت اکستنسیون ۳۰ درجه مچ دست، به‌طور معنی‌داری بیشتر از اکستنسیون صفر درجه و فلکسیون ۱۵ درجه می‌باشد(۴). به‌همین دلیل متخصصان ارگونومی همواره به کاربران رایانه پیشنهاد می‌کنند تا صفحه‌کلید یا ایستگاه کاری خود را طوری تنظیم کنند که اکستنسیون و انحراف افقی به سمت خارج مچ دست را کاهش دهند(۴).

امروزه به‌دنبال افزایش استفاده از ابزارهای الکترونیکی، محققان برای یافتن ارتباط بین استفاده از این ابزار و بیماری‌های اسکلتی عضلانی ناشی از استفاده طولانی مدت آن، از روش‌های مختلفی از جمله بررسی تصاویر اولتراسوند مچ دست پرداخته‌اند(۹). در تحقیق دیگری، فشار وارد آمده بر مفاصل انگشتان، مچ، آرنج و شانه از نظر کینماتیکی و کینتیکی هنگام استفاده از کلیدهای کیبورد به‌صورت جداگانه، بررسی شد که در آن استفاده از ساپورت ساعد هنگام کار با کیبورد، جهت کاهش گشتاور وارده بر مفاصل بالاتنه، توصیه شد(۱۰). این تحقیق و تحقیقات مشابه، نشان‌دهنده استفاده از روش آنالیز حرکت، به‌عنوان یکی از روش‌های پیشرفته و جدید برای کمک به محققان در این زمینه می‌باشد(۱۴-۱۱).

در تحقیق حاضر، با توجه به اینکه چگونگی تاثیر میزان و جهت زاویه شیب صفحه‌کلید در هنگام تایپ بر وضعیت قرارگیری ساعد، مچ دست و انگشتان کاملاً مشخص نیست، با استفاده از روش آنالیز حرکت، به بررسی تاثیر زاویه صفحه‌کلید هنگام تایپ کردن بر نحوه قرارگیری مچ دست و انگشتان پرداخته است.

روش بررسی

این پژوهش، یک مطالعه مقطعی توصیفی- تحلیلی است. نمونه‌گیری به‌صورت تصادفی انجام شد. تعداد ۱۰ نفر از تایپیست‌های داوطلب و علاقه‌مند به‌شرکت در این پژوهش، که دارای مهارت کافی در تایپ کردن بودند انتخاب شدند.از تایپیست‌هایی که به‌طور تصادفی انتخاب شده بودند، یک تست دو دقیقه‌ای جهت محاسبه سرعت تایپ و تعداد اشتباهات آنها صورت گرفت. درصورت دارا بودن حداقل سرعت و تعداد خطای قابل قبول، افراد مذکور، وارد مطالعه می‌شدند. همچنین پس از توضیح نحوه انجام تست، فرم رضایت‌نامه شرکت در مطالعه، از هر یک از آزمودنی‌ها گرفته شد. این مطالعه به تصویب کمیته

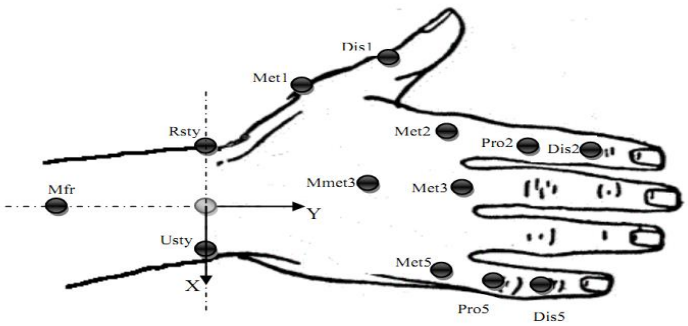
[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-11-17]

اخلاق دانشگاه علوم بهزیستی و توانبخشی رسید. ابتدا سرعت تایپ هر فرد با صفحه‌کلید بر حسب کلمه بر دقیقه، در طی زمان ۱۰ دقیقه اندازه‌گیری شد که همه افراد دارای سرعت تایپ با ۱۰ انگشت، حداقل ۳۰ کلمه بر دقیقه(بدون نگاه کردن به صفحه‌کلید) بودند.

صفحه‌کلید(LGModel: MK 1030) در فاصله ۱۰۰ میلی‌متری از لبه میزکار قرار گرفت تا مکان لازم برای آزادی حرکت تایپیست و همچنین استراحت مچ دست وجود داشته باشد. داده‌های سینماتیکی اندام فوقانی، با استفاده از ۶ دوربین مادون قرمز وایکان مدل(Oxford Metrics, Oxford, UK)VCAM با فرکانس نمونه‌برداری ۱۰۰ هرتز، ثبت گردید. بازسازی و استخراج داده‌ها نیز با استفاده از نرم‌افزار Vicon Workstation (Oxford Metrics, Oxford, UK) انجام شد.

این تحقیق یک تحقیق آزمایشگاهی بود؛ به این صورت که از افراد خواسته شد تا در مدت زمان ۲ دقیقه متن مشخصی را در ۲ ایستگاه کاری با شرایط صندلی با قابلیت تنظیم ارتفاع دسته و ارتفاع صندلی و صندلی غیرقابل تنظیم و بدون دسته حمایت‌کننده ساعد، تایپ کنند. در هنگام تایپ، از ۴ شیب مختلف صفحه‌کلید شامل۷، صفر، ۷- و ۱۵- درجه استفاده شد که در مجموع هر آزمودنی، ۸ تست ۲ دقیقه‌ای تایپ، با ۵ دقیقه زمان استراحت بین هر تست انجام داد. همچنین در شروع تست هر آزمودنی، مرحله تمرین جهت آشنایی و منطبق شدن فرد با ایستگاه کاری و شیب صفحه‌کلید انجام شد.

۱۳ مارکر منعکس‌کننده نور مادون قرمز با قطر ۹ میلی‌متر بر روی لندمارک‌های استخوانی دست راست آزمودنی، چسبانده شد. مکان مارکرها همانطور که درشکل ۱ نشان داده شده است شامل: انتهای ساعد(Distal forearm) (بین دو استخوان اولنا(Ulna) و رادیوس(Radius) (Mfr)، خار استیلوئید اولنا (Styloid process of Ulna) (Rsty)، خار استیلوئید رادیوس (Styloid process of Radius) (Usty)، وسط متاکارپال۳ (Third Metacarpal) ($Mmet_3$)، مفصل متاکارپوفالانژیال (Metacarpophalangeal) انگشتان ۱، ۲، ۳ و ۵(Met_i, i =1,2,3,5)، مفصل اینترفالانژیال پروگزیمال(Proximal interphalangeal) انگشتان ۲ و ۵(Pro_i, i =2,5)، مفصل اینترفالانژیال دیستال (Distal interphalangeal) انگشتان ۱، ۲ و ۵(Dis_i, i =1,2,5) می‌باشد.



شکل ۱: مکان چسباندن مارکرهای منعکس‌کننده مادون قرمز آنالیز داده‌ها

پس از جمع‌آوری داده‌ها، برای انجام آنالیزهای ثانویه از نرم‌افزار MATLAB استفاده شد. به این صورت که، جهت از بین بردن نویز اطلاعات مکان داده‌ها، از فیلتر پایین‌گذر (Low pass filter) باترورث(Butterworth) با فرکانس قطع ۵ هرتز کمک گرفته شد و برای آنالیز داده‌ها و محاسبه زوایای موردنیاز، از سیستم مختصات محلی خطی X-Y-Z طبق شکل ۱ استفاده شد. این زوایا عبارتند از: زاویه فلکسیون مفصل متاکارپوفالانژیال(MCP_i, i =2,5)، زاویه فلکسیون مفصل اینترفالانژیال(PIP_i, i =2,5)، ابداکسیون انگشت شست(TAB)، انحراف طرفی(RUD) و فلکسیون (FE) مفصل مچ دست.

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-11-17]

زاویه مفصل متاکارپوفالانژیال از زاویه بین محور Y و عضو اینترفالانژیال پروگزیمال-متاکارپوفالانژیال(Pro_i–Met_i)، در صفحه Y-Z به‌دست آمد. زاویه مفصل اینترفالانژیال پروگزیمال نیز از زاویه به‌دست آمده از محور Y و عضو اینترفالانژیال دیستال- اینترفالانژیال پروگزیمال(Dis_i–Pro_i)، در صفحه Y-Z محاسبه شد. همچنین زاویه ابداکسیون انگشت شست، زاویه بین محور Y و عضو اینترفالانژیال دیستال شست-متاکارپوفالانژیال شست(Dis_1–Met_1) در صفحه متاکارپال به‌دست آمد. در مفصل مچ دست نیز از تقاطع محورY و عضو نشان‌دهنده دست($Mmet_3$–Met_3) در صفحه X-Y زاویه انحراف طرفی و در صفحه Y-Z زاویه فلکسیون محاسبه شد.

متغیرهای به‌دست آمده در این تحقیق شامل میانگین، حداقل و حداکثر زاویه فلکسیون مفاصل انگشتان و مچ دست راست و نیز انحراف طرفی مچ دست راست آزمودنی‌ها بوده است. همچنین جهت آنالیز آماری از SPSS ver.19 استفاده شد.از آزمون repeated measures ANOVA جهت آنالیز داده‌ها استفاده شد.

نتایج

تعداد ۱۰ نفر شرکت‌کننده در این مطالعه بررسی شدند که همه این افراد زن و راست دست و با مشخصات سن: ۳۳-۱۹ سال؛ قد: ۱۹۰-۱۵۶ سانتی‌متر؛ وزن: ۸۹-۴۷ کیلوگرم و بدون سابقه مشکلات عضلانی-اسکلتی در اندام فوقانی بوده‌اند. مقادیر میانگین زوایای حداقل، حداکثر و میانگین فلکسیون مچ دست در ایستگاه‌های کاری مختلف در این مطالعه(ایستگاه کاری قابل تنظیم با زوایای صفحه‌کلید ۱۵ و ۷ و صفر و ۷- درجه و نیز ایستگاه‌های کاری غیرقابل تنظیم با زوایای صفحه‌کلید ۱۵ و ۷ و صفر و ۷- درجه) درشکل‌های ۲ تا ۴ نشان داده شده است.

در شکل‌های ۲ تا ۹، ایستگاه‌های کاری متفاوت در محور افقی(با علائم اختصاری که در زیر آمده است) و مقادیر میانگین زوایای مچ دست و مفاصل انگشتان در محور عمودی نشان داده شده‌اند.

151: adjustable chair and 15 degrees keyboard

152: unadjustable chair and 15 degrees keyboard

71: adjustable chair and 7 degrees keyboard

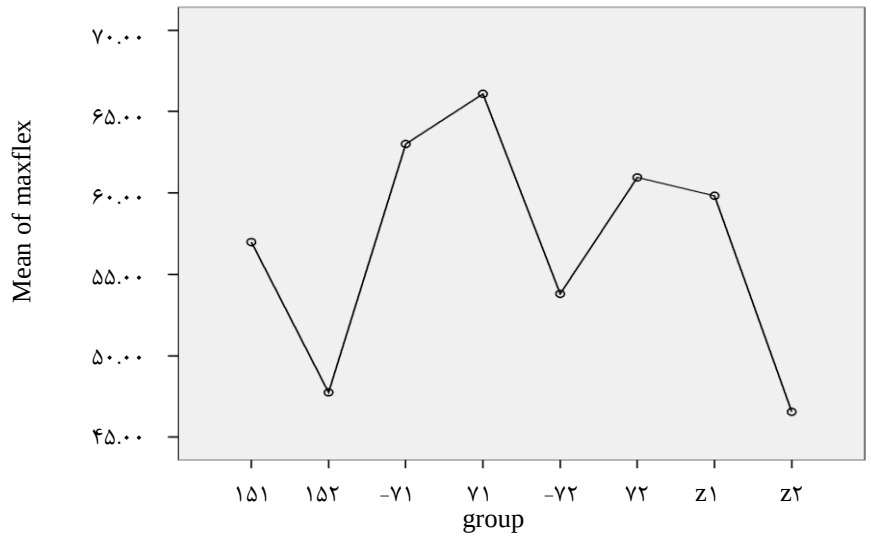
72: unadjustable chair and 7 degrees keyboard

-71: adjustable chair and -7 degrees keyboard

-72: unadjustable chair and -7 degrees keyboard

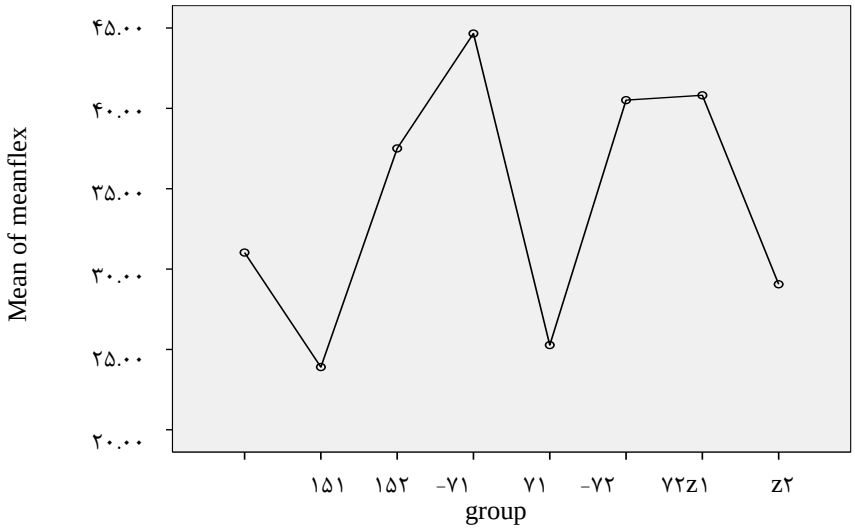
Z1: adjustable chair and zero degrees keyboard

Z2: unadjustable chair and zero degrees keyboard

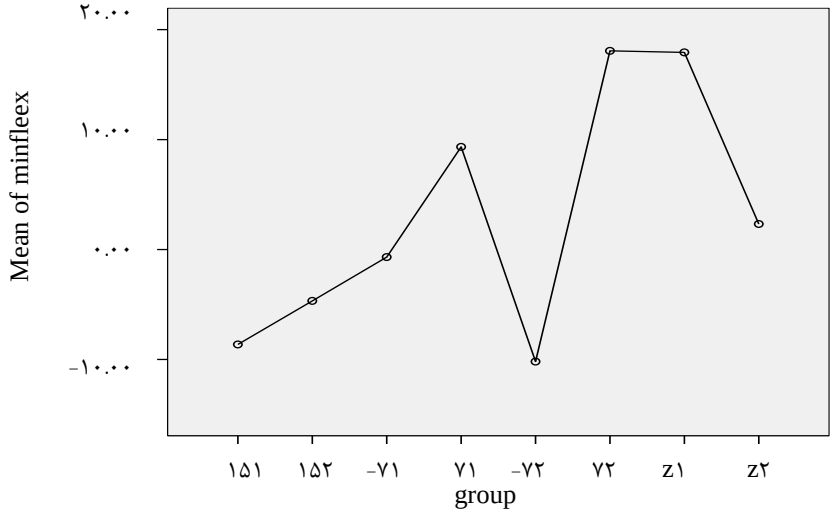


شکل ۲: مقادیر میانگین حداکثر فلکسیون مچ دست در ایستگاه‌های کاری متفاوت

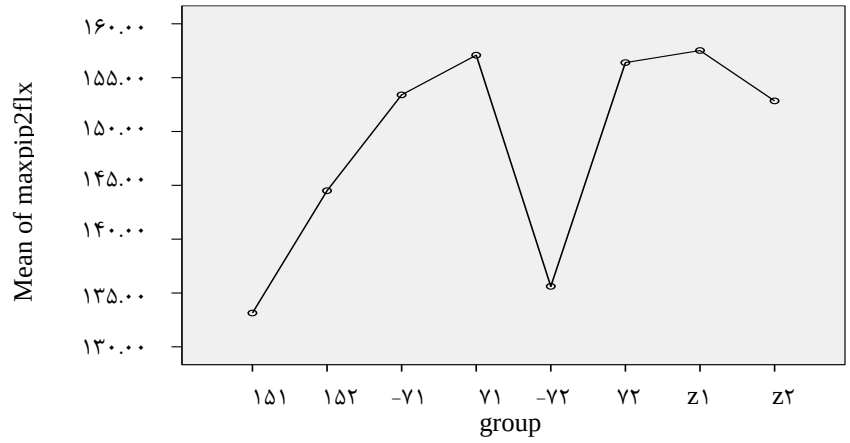
[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-11-17]



شکل ۳: مقادیر میانگین میانگین فلکسیون مچ دست در ایستگاه‌های کاری متفاوت

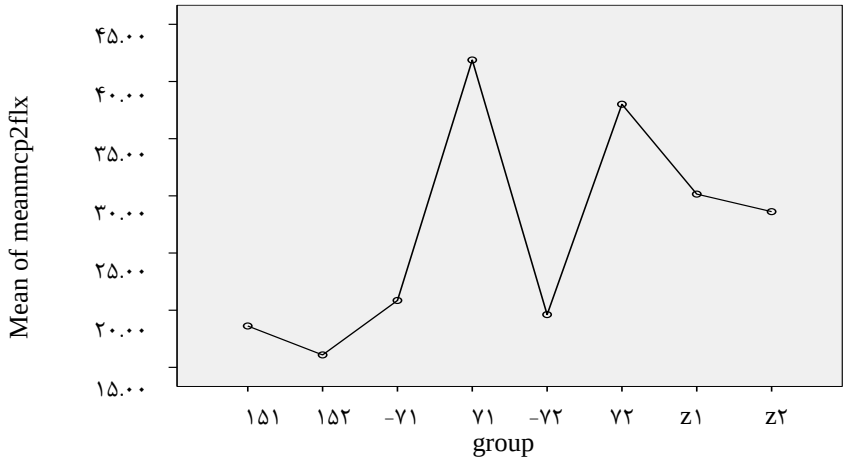


شکل ۴: مقادیر میانگین حداقل فلکسیون مچ دست در ایستگاه‌های کاری متفاوت

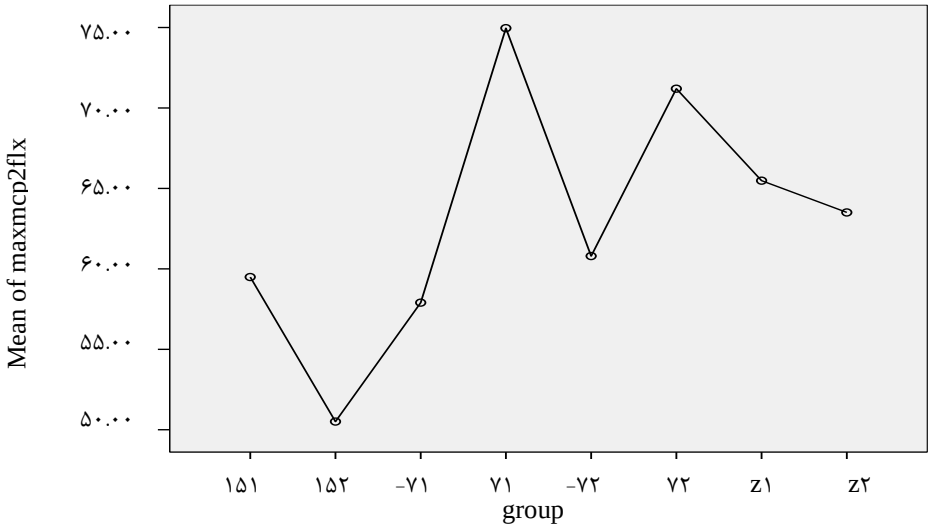


شکل ۵ : مقادیر میانگین حداکثر فلکسیون مفصل اینترفالانژیال پروگزیمال انگشت دوم در ایستگاه‌های کاری متفاوت

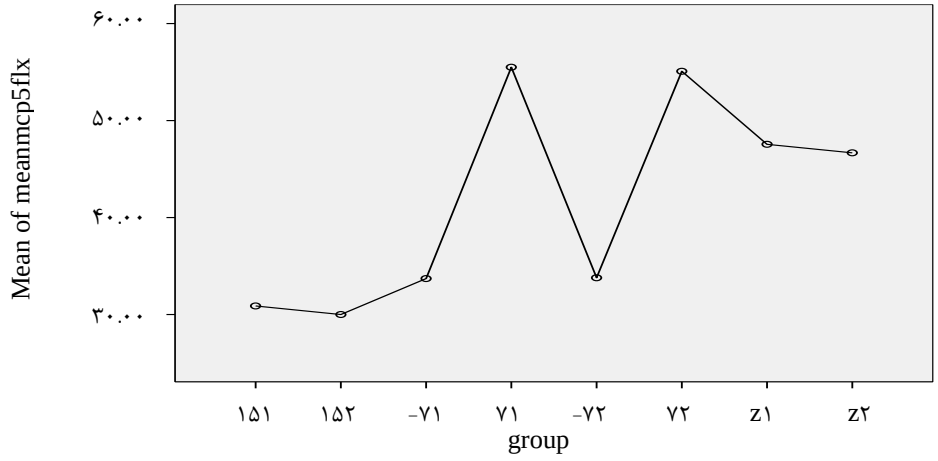
[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-11-17]



شکل ۶: مقادیر میانگین میانگین فلکسیون مفصل متاکارپوفالانژیال دوم در ایستگاه‌های کاری متفاوت

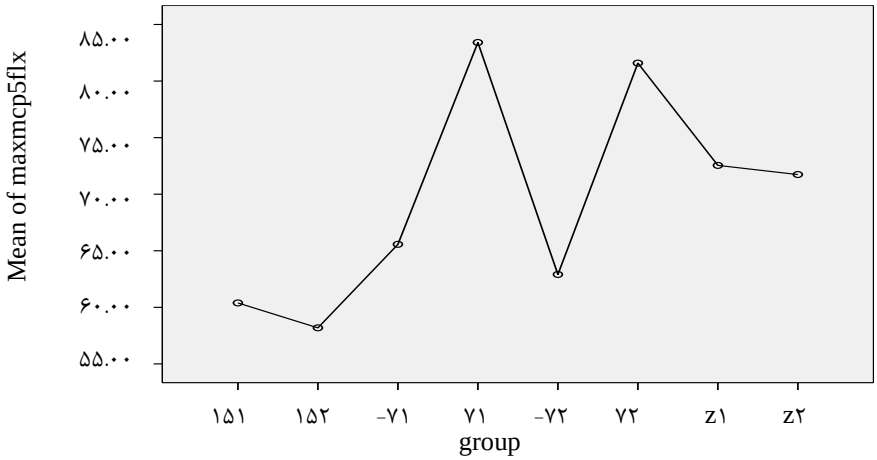


شکل ۷: مقادیر میانگین حداکثر فلکسیون مفصل متاکارپوفالانژیال دوم در ایستگاه‌های کاری متفاوت



شکل ۸: مقادیر میانگین میانگین فلکسیون مفصل متاکارپوفالانژیال پنجم در ایستگاه‌های کاری متفاوت

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-11-17]



شکل ۹: مقادیر میانگین حداکثر فلکسیون مفصل متاکارپوفالانژیال پنجم در ایستگاه‌های کاری متفاوت

در مورد میانگین پوسچرهای فلکسیون مچ، اختلاف معنی‌دار بین پوسچرها در شیب‌های صفحه‌کلید، متفاوت دیده شد(جدول ۱). بنابراین اختلافی که در شکل‌های ۲ تا ۴ دیده می‌شود از نظر آماری معنی‌دار است. در ایستگاه کاری با صندلی قابل تنظیم، کمترین میانگین مشاهده شده برای حداکثر و حداقل و میانگین فلکسیون در مورد شیب صفحه‌کلید ۱۵ درجه اندازه‌گیری شد. همچنین در ایستگاه کاری با صندلی غیرقابل‌تنظیم، کمترین میانگین مشاهده شده برای میانگین فلکسیون‌ها نیز برای شیب صفحه‌کلید ۱۵ درجه اندازه‌گیری شد و کمترین میانگین مشاهده شده برای حداکثر فلکسیون‌ها در شیب صفر درجه صفحه‌کلید و برای حداقل فلکسیون‌ها در شیب ۷- درجه اندازه‌گیری شد.

جدول ۱: درجه معنی‌داری اختلاف میانگین‌ها در پوسچرهای فلکسیون مچ دست(One way ANOVA)

اختلاف میانگین‌ها در پوسچرهای فلکسیون مچ دست	F	Significance
میانگین حداکثر فلکسیون	۲/۱۴۵	۰/۰۴۹
میانگین حداقل فلکسیون	۲/۵۹۷	۰/۰۱۹
میانگین میانگین فلکسیون	۳/۹۲۸	۰/۰۰۱

برای میانگین فلکسیون، هیچ‌کدام از مقایسه‌های دو تایی از نظر آماری اختلاف معنی‌داری نداشت. علاوه بر این برای میانگین انحراف طرفی مچ از حالت خنثی بر پایه repeated measures ANOVA، اختلاف معنی‌داری در پوسچرها و بین شیب‌های مختلف صفحه‌کلید مشاهده نشد.

همانطور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود، در مورد میانگین فلکسیون مفصل اینترفالانژیال پروگزیمال در انگشت دوم، بر پایه repeated measures ANOVA، اختلاف معنی‌دار فقط در میانگین حداکثر فلکسیون مفصل اینترفالانژیال پروگزیمال این انگشت در شیب‌های صفحه‌کلید متفاوت مشاهده شد. در ایستگاه کاری با صندلی قابل‌تنظیم، کمترین مقدار برای میانگین حداکثر فلکسیون در شیب صفحه‌کلید ۱۵ درجه بود و برای ایستگاه کاری با صندلی غیرقابل‌تنظیم، کمترین مقدار برای میانگین حداکثر فلکسیون در شیب ۷- درجه صفحه‌کلید، مشاهده شد.

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-11-17]

جدول ۲: فلکسیون انگشتان دست(One way ANOVA)

	F	Sig.
میانگین حداکثر فلکسیون مفصل اینترفالانژیال پروگزیمال ۲	۲/۸۹۷	۰/۰۱
میانگین میانگین فلکسیون مفصل متاکارپوفالانژیال ۵	۱۱/۴۷۷	۰/۰۰۰
میانگین حداکثر فلکسیون مفصل متاکارپوفالانژیال ۵	۴/۰۱۴	۰/۰۰۱
میانگین میانگین فلکسیون مفصل متاکارپوفالانژیال ۲	۱۵/۵۵۴	۰/۰۰۰
میانگین حداکثر فلکسیون مفصل متاکارپوفالانژیال ۲	۲/۳۷۰	۰/۰۳۱

در مورد میانگین‌های فلکسیون مفصل متاکارپوفالانژیال انگشت دوم، بر پایه repeated measures ANOVA، اختلاف معنی‌دار بین میانگین حداکثر فلکسیون و میانگین فلکسیون در صفحه‌کلیدهای متفاوت مشاهده شد. کمترین میانگین‌ها برای حداکثر میانگین فلکسیون در ایستگاه کاری با صندلی قابل‌تنظیم در مورد شیب ۷- درجه مشاهده شد و در ایستگاه کاری با صندلی غیرقابل تنظیم، در مورد شیب ۱۵ درجه صفحه‌کلید مشاهده شد. کمترین میانگین فلکسیون، برای هر دو صندلی قابل تنظیم و غیرقابل تنظیم برای صفحه‌کلید با شیب ۱۵ درجه مشاهده شد.

در مورد میانگین فلکسیون مفصل متاکارپوفالانژیال انگشت پنجم، بر پایه repeated measures ANOVA، اختلاف معنی‌دار بین میانگین حداکثر فلکسیون و میانگین فلکسیون‌ها در شیب‌های مختلف صفحه‌کلید مشاهده شد. کمترین میانگین برای حداکثر و میانگین فلکسیون مفصل متاکارپوفالانژیال انگشت پنجم در شیب ۱۵ درجه صفحه‌کلید در هر دو ایستگاه کاری بود. لازم به ذکر است که در مورد میزان ابداکسیون انگشت شست در ایستگاه‌های کاری متفاوت، هیچ اختلاف معنی‌داری پیدا نشد.

مقادیر میانگین زوایای حداکثر و میانگین فلکسیون مفاصل اینتر فالانژیال پروگزیمال و متاکارپوفالانژیال در انگشت‌های دوم و پنجم در ایستگاه‌های کاری مختلف در این مطالعه (ایستگاه کاری قابل تنظیم با زوایای صفحه‌کلید ۱۵ و ۷ و صفر و ۷- درجه و نیز ایستگاه‌های کاری غیرقابل تنظیم با زوایای صفحه‌کلید ۱۵ و ۷ و صفر و ۷- درجه) در شکل‌های ۵ تا ۹ نشان داده شده است.

در مورد میزان ابداکسیون انگشت شست تفاوت معنی‌داری بین ایستگاه‌های کاری متفاوت یافت نشد. همچنین مقدار فلکسیون مفصل اینترفالانژیال پروگزیمال انگشت پنجم در ایستگاه‌های کاری متفاوت اختلاف معنی‌دار نداشت و نیز انحراف به طرفین در مچ دست در ایستگاه‌های مختلف، تفاوت معنی‌دار نداشت.

بحث

امروزه طراحی صفحه‌کلید کامپیوتر، محدود به طراحی‌های گذشته نمی‌باشد. اخیرا ًمی‌توان صفحه‌کلیدهای با طراحی متفاوت را در بازارهای کامپیوتر مشاهده کرد که با هدف بهبود راحتی و کاهش اختلالات اسکلتی عضلانی طراحی شده‌اند.

با توجه به دشوار بودن روش‌ها و هزینه بالای سیستم‌های اندازه‌گیری مستقیم، ارتباط بین مواجهه با عوامل خطر بیومکانیکی مربوط به کامپیوتر و اختلالات اسکلتی عضلانی به خوبی شناخته شده نیست(۱۵).

مشخص است که در هنگام کار با صفحه‌کلید هر قدر که درجه زوایای مفاصل به صفر یا حالت خنثی نزدیک‌تر باشد استرس کمتری در مفصل وجود دارد و به‌طور خاص در مورد مچ دست هر قدر که این زاویه فلکسیون(و یا اکستنسیون) به صفر نزدیک‌تر باشد، باعث کمتر شدن فشار داخل تونل کارپ و در نتیجه کاهش احتمال بروز سندرم تونل کارپ خواهد شد(۴).

امروزه صفحه‌کلیدهای دو تکه و یا صفحه‌کلیدهایی با شیب‌های متفاوت به بازار عرضه شده است که هدف این طراحی‌های متفاوت یا آلترناتیو، کاهش ناراحتی و اختلالات اسکلتی عضلانی است که با استفاده گسترده از صفحه‌کلیدهای معمول رخ می‌دهند. در حالیکه در تئوری، قرارگیری مچ دست در یک وضعیت خنثی‌تر، می‌تواند منجر به کاهش اختلالات اسکلتی عضلانی شود؛ جهت تایید تاثیر صفحه‌کلیدهای

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-11-17]

آلترناتیو بر پیشگیری و یا درمان اختلالات اسکلتی عضلانی، به مطالعات(RCT (Randomized Controlled Trial نیاز است(۱۶).

با توجه به نتایج به‌دست آمده در این مطالعه، در هر دو ایستگاه کاری قابل تنظیم و غیرقابل تنظیم، از نظر مفصل مچ دست، بهترین شیب صفحه‌کلید، ۱۵ درجه بود. به‌طوریکه کمترین زاویه فلکسیون مچ دست مربوط به شیب ۱۵ درجه صفحه‌کلید بود و در نتیجه وضعیت قرارگیری مفصل مچ دست به صفر درجه و یا خنثی نزدیک‌تر شد. بنابراین ایستگاه‌های کاری، زمانی می‌توانند نتیجه‌بخش باشند که میزان شیب صفحه‌کلید منجر به قرارگیری زوایای مفاصل نزدیک به صفر یا خنثی باشند.

محققان در سال ۲۰۰۶ در مطالعه‌ای بر روی سه مدل صفحه‌کلید آلترناتیو، به این نتیجه رسیدند که در صفحه‌کلید با قابلیت تنظیم شیب، زاویه ۷/۵- درجه صفحه‌کلید هنگام تایپ کردن، منجر به زاویه نزدیک به صفر در اکستنسیون مچ دست می‌شود(۱۷). در مطالعه Simoneau و همکاران مشخص شد که کاهش شیب صفحه‌کلید به سمت مقادیر منفی احتمالاً در پیشگیری از اختلالات اسکلتی عضلانی دست، مفید خواهد بود(۱۸). در این مطالعه شرایطی برای تایپیست ایجاد کردند که ارتفاع تکیه‌گاه آرنج، پایین‌تر از ارتفاع محل مچ دست باشد. در مطالعه حاضر، چهار شیب مختلف مورد بررسی قرار گرفت که با توجه به تمایل به راحتی تایپیست و عدم تاکید بر قراردادن آرنج بر تکیه‌گاه، نتایج متفاوتی به‌دست آمد. قرار دادن آرنج بر تکیه‌گاه می‌تواند منجر به افزایش میزان اکستنسیون مچ دست با صفحه‌کلیدهای با زاویه مثبت بیشتر شود.

در مورد انگشتان دست، در این مطالعه حرکت و زوایای مفاصل انگشت شست و انگشت دوم و پنجم بررسی شد. در مورد انگشت شست اختلاف معنی‌دار بین شیب‌های متفاوت صفحه‌کلید دیده نشد ولی در مورد مفصل متاکارپوفالانژیال انگشت دوم و پنجم در ایستگاه قابل تنظیم می‌توان نتیجه گرفت که زاویه ۱۵ درجه شیب صفحه‌کلید مقبول‌ترین زاویه بود زیرا به صورت کلیبا این شیب صفحه‌کلید، کمترین مقدار برای میزان فلکسیون این دو مفصل در حرکت انگشتان حاصل شد(البته غیر از شاخص حداکثر فلکسیون متاکارپ دو که کمترین مقدارش مربوط به شیب ۷- درجه بود). همچنین در مورد مفصل اینترفالانژیال انگشت پنجم، اختلاف معنی‌داری بین شیب‌های متفاوت صفحه‌کلید در ایستگاه‌های کاری متفاوت دیده نشد. در مورد شاخص حداکثر فلکسیون مفصل اینترفالانژیال انگشت دوم نیز، کمترین مقدار در ایستگاه قابل تنظیم مربوط به شیب صفحه‌کلید ۱۵ درجه بود.

متاسفانه در مطالعات پیشین در اکثر موارد فقط به مطالعه میزان فلکسیون و اکستنسیون مچ دست در انجام تایپ با شیب‌های متفاوت صفحه‌کلید پرداخته شده و کمتر مطالعه‌ای زوایای مفاصل انگشتان در این رابطه را بررسی کرده است و نمی‌توان نتایج این تحقیق را با مطالعات دیگر مقایسه کرد.

بیشترین محدودیت این مطالعه در تعداد کم تایپیست‌های در دسترس بود که با معیارهای ورود به این مطالعه همخوانی داشتند. همچنین عدم وجود تایپیست مرد موجب شد تا این مطالعه تنها بر روی زنان تایپیست انجام شود.

نتیجه‌گیری

اگر در نظر بگیریم که مناسب‌ترین ایستگاه کار اداری زمانی حاصل می‌شود که فرد توانایی تنظیم آن را داشته باشد، با توجه به نتایج این مطالعه، شرایط بهینه که در آن، تایپ کردن منجر به ایجاد کمترین زوایای مفاصل مچ دست و انگشتان ممکن شود را می‌توان با صفحه‌کلید با زاویه ۱۵ درجه داشت.

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-11-17]

References:

1- Sehnal J, Edited b, Martha JS, Ma, Msosh, Otr/L. ***Addressing Musculoskeletal Disorders at Computer Workstations***. Ergonomics and the Management of Musculoskeletal Disorders (Second Edition). Saint Louis: Butterworth-Heinemann; 2004. p. 494-529.

2- Rempel D, Barr A, Brafman D, Young E. ***The effect of six keyboard designs on wrist and forearm postures***. Appl Ergonomics 2007;38(3):293-8.

3- Baker NA, Cidboy EL. ***The Effect of Three Alternative Keyboard Designs on Forearm Pronation, Wrist Extension, and Ulnar Deviation: A Meta-Analysis***. American J Occupa Therapy 2006;60(1):40-9.

4- Rempel DM, Keir PJ, Bach JM. ***Effect of wrist posture on carpal tunnel pressure while typing***. J Orthop Res 2008;26(9):1269-73.

5- Simoneau GG, Marklin RW, Berman JE. ***Effect of computer keyboard slope on wrist position and forearm electromyography of typists without musculoskeletal disorders***. Phys Ther 2003 Sep;83(9):816-30.

6- Keir PJ, Bach JM, Rempel DM. ***Effects of finger posture on carpal tunnel pressure during wrist motion***. The J Hand Surg 1998;23(6):1004-09.

7- Keir PJ, Bach JM, Hudes M, Rempel DM. ***Guidelines for Wrist Posture Based on Carpal Tunnel Pressure Thresholds. Human Factors***: The J Human Factors and Ergonomics Soc 2007; 49(1):88-99.

8- Rempel D, Bach JM, Gordon L, So Y**.** ***Effects of forearm pronation/supination on carpal tunnel pressure***. J Hand Surg Am 1998;23(1):38-42.

9- Lai WKC, Chiu YT, Law WS. ***The deformation andlongitudinal excursion of median nerve during digits movement and wrist extension***. Manual Therapy 2014;19(6):608-13.

10- Qin J, Trudeau M, Katz JN, Buchholz B, Dennerlein JT. ***Biomechanical loading on the upper extremity increases from single key tappingto directional tapping.*** J Electromyography and Kinesi 2011;21(4):587-94.

11- Coupier J, Moiseev F, Feipel V, Rooze M, Jan Svs. ***Motion representation of the long fingers: A proposal for the definitions of new anatomical frames.*** J Biomechanics2014;47(6):1299-306.

12- Pan L, Zhang D, Liu J, Sheng X, Zhu X. ***Continuous estimation of finger joint angles under different static wrist motions from surface EMG signals***. Biomedical Signal Processing and Control 2014;14(0):265-71.

13- Takemi M, Kondo T, Yoshino-Saito K, Sekiguchi T, Kosugi A, Kasuga S, et al. ***Three-dimensional motion analysis of arm-reaching movements in healthy and hemispinalized common marmosets***. Behavioural Brain Res 2014;275:259-68.

14- Zi G, Zhu X. ***Asymmetric vibration of finger-type bridge expansion joint for design consideration.*** Engineering Structures 2014;70:53-62.

15- Asundi K, Johnson PW, Dennerlein JT. ***Variance in direct exposure measures of typing force and wrist kinematics across hours and days among office computer workers***. Ergonomics 2012;55(8):874-84.

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-11-17]

16- Marklin RW, Simoneau GG. ***Design features of alternative computer keyboards: a review of experimental data***. J Orthop Sports Phys Ther 2004; 34(10):638-49.

17-Baker NA, Cidboy EL. ***The effect of three alternative keyboard designs on forearm pronation, wrist extension, and ulnar deviation: a meta-analysis***. Am J Occup Ther 2006;60(1):40-9.

18-Simoneau GG, Marklin RW. ***Effect of computer keyboard slope and height on wrist extension angle***. Hum Factors 2001;43(2):287-98.

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-11-17]

Assessing Typists Office Workstations from Occupational Biomechanics' Point of View

Maghsoudipour M(MD)[1], Nabavi H(Msc)[2*]

[1]*Department of Ergonomics, University of Social Welfare & Rehabilitation Sciences, Tehran, Iran*

Received: *09/07/2014* ***accepted:*** *22/10/2014*

***Introduction*:** Appropriate office workstation design and adjusted keyboard slope could prevent upper extremity musculoskeletal disorders caused by CTDs. The purpose of this study was to compare wrist and finger motion angles during typing in different workstations with different keyboard slopes.

***Methods*:** In this experimental study, 10 female typists of university workers were chosen randomly. Test was performed on two different adjustable and non-adjustable chairs with four different keyboard slopes including 15, 7, 0, -7 degrees. Wrist and fingers kinematic data were calculated by Vicon motion analysis system and MATLAB software.

***Results*:** Average wrist flexion angles were significantly different in different keyboard slopes. In adjustable workstation, the lowest mean value of maximum, average, min mum of flexion was measured for keyboard whose slope was adjusted to 15 degrees. The lowest mean for observed flexion in the metacarpophalangeal joints in the second and fifth fingers was measured in workstation with adjustable seats and keyboard whose slope was adjusted to 15 degrees. In the proximal interphalangeal joint of the second finger, the lowest mean was obtained in the workplace with adjustable seats and the keyboard whose slope was adjusted to 15 degrees.

***Conclusion*:** During typing on keyboard, as much as the finger joint angles are close to zero degree, less stress is put on the joints. In this study, the lowest means for the degrees of joint flexion were observed in the workstations with adjustable seats and the keyboard with 15-degree slope.

***Keywords*:** Office Workstation; Upper Extremity Musculoskeletal Disorders; Keyboard Slope; Motion Analysis

This paper should be cited as: Maghsoudipour M, Nabav H. ***Assessing Typists Office Workstations from Occupational Biomechanics' Point of View***. Occupational Medicine Quarterly Journal 2016; 8(1): 76-87

Corresponding author: Tel: 00982122180119, Email: hodanabavi@gmail.com

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-11-17]

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-11-17]