اثر صفحه کلید های مختلف کامپیوتر بر وضعیت های مچ و ساعد

عادل مظلومی[۱] - مهدی علی گل [۲*] - میثم عیوض لو[۳]

mehdialigol@gmail.com

چکیده

مقدمه: با گسترش جهانی استفاده از کامپیوترها در دو دهه اخیر، مشکلات اسکلتی- عضلانی ناشی از کار نیز همراه با آن‌ها گسترش یافته است. از مهم ترین عوامل ایجاد کننده این مشکلات صفحه کلیدها هستند که شکل هندسی آن‌ها می تواند بر وضعیت قرارگیری یا دراصطلاح «پوسچر» نامناسب اندام ها تاثیر بگذارد. به همین منظور اشکال مختلفی از صفحه کلیدها برای تأمین وضعیت خنثی یا استراحت مچ و ساعد (وضعیت کاهنده ریسک) طراحی شده است. ازمهم ترین آن‌ها صفحه کلیدهای شکسته(کاملاً جدا و قابل تنظیم)، صفحه کلیدهای با شیب منفی و با شیب جانبی هستند.

روش کار: در این مطالعه با رویکردی نظام مند، مقالاتی که اثر هر یک از این صفحه کلیدها را بر وضعیت مچ وساعد ارزیابی کرده بودند، مورد بررسی قرار گرفتند. به این صورت که بعد از انجام جستجو در پایگاه های اطلاعاتی معتبر تعداد یازده مقاله معیارهای ورود به این مطالعه را پیدا کردند.

یافته ها: بعد از بررسی انواع مقالات مرتبط مشخص شد که این صفحه کلیدها در عمل می توانند مچ و ساعد را در جهتی خاص به وضعیت طبیعی آن نزدیک کنند. هم‌چنین به عنوان یک هدف ثانویه مشخص شد که بهترین صفحه کلید برای رسیدن به این منظور صفحه کلید "NIOSH" می باشد.

نتیجه گیری: با توجه به این‌که صفحه کلیدهای جایگزین می توانند مچ و ساعد را به وضعیت طبیعی آن نزدیک کنند، لذا با کاربرد این نوع از صفحه کلیدها می توان ریسک فاکتور مربوط به پوسچرهای مچ و ساعد را نیز کاهش داد. اطلاعات حاصله می تواند برای کاربران کامپیوترهای شخصی، متخصصین بهداشت حرفه ای و ارگونومیست ها مفید واقع گردد.

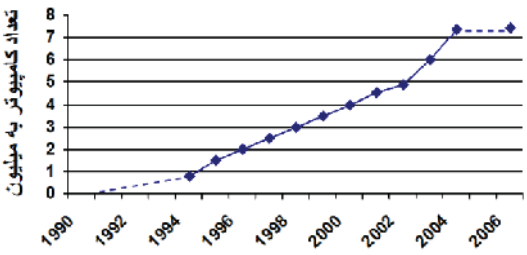
کلمات کلیدی: *صفحه کلیدهای جایگزین، دو تکه، با شیب منفی، با شیب جانبی، پوسچر، مچ، ساعد*

۱ - استادیار گروه بهداشت حرفه ای دانشگاه علوم پزشکی تهران
۲ - کارشناس ارشد بهداشت حرفه ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران
۳ - کارشناس ارشد بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران

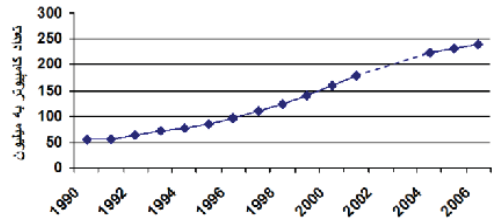
مقدمه

در طی دو دهه اخیر (از سال ۱۹۹۰) استفاده از کامپیوترها چه در محل کار و چه در خانه ها در سطح جهانی گسترش فزاینده ای داشته است (Devin, *et al.,* 2004; UN, 2003). برای مثال تعداد کامپیوترهای خانگی در سال ۲۰۰۶ در کشور توسعه یافته‌ای مثل ایالات متحده نزدیک به دویست و چهل میلیون و در کشور در حال توسعه ای مثل ایران نزدیک به هفت و نیم میلیون (UN, 2003) برآورد شده است (شکل های ۱ و ۲).

طبق تحقیقات به عمل آمده استفاده طولانی مدت از کامپیوتر می تواند باعث مشکلات اسکلتی - عضلانی در نواحی اندام فوقانی به خصوص گردن، شانه، بازو، مچ و انگشتان گردد (Palmer, *et al.,* 2001; Gerr, *et al.,* 2006; Gerr, *et al.,* 2004; van Galen, *et al.,* 2006; Ripat, 2006; NIOSH, 1997). دریک مطالعه وسیع مروری (تیتیرانوندا و همکاران) میزان شیوع بیماری های اسکلتی عضلانی را بین کابران صفحه کلید ۹% تا ۵۰% برآورد کرد، درحالی‌که در گروه کنترل ۴/۵% تا ۱۷% برآورد شد (Tittiranonda, *et al.,* 1999). همچنین اداره آمار کار آمریکا تعداد آسیب های ناشی از کارهای تکراری مثل تایپ کردن و کار با کامپیوتر را در سال ۱۹۹۷ برابر با ۹۲۵۷۶ عدد برآورد کرده است که ۵۵% آن ناحیه مچ را درگیر می سازد (NIOSH, 1997).



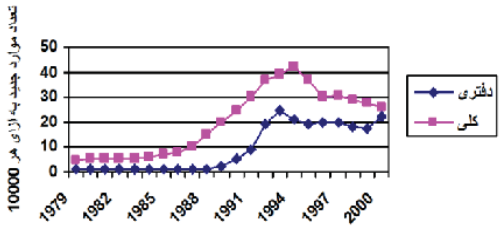
شکل ۱: رشد استفاده از کامپیوتر های خانگی در کشور در حال توسعه ایران از سال ۱۹۹۰



شکل ۲: رشد استفاده از کامپیوترهای خانگی در کشور توسعه یافته ایالات متحده از سال ۱۹۹۰

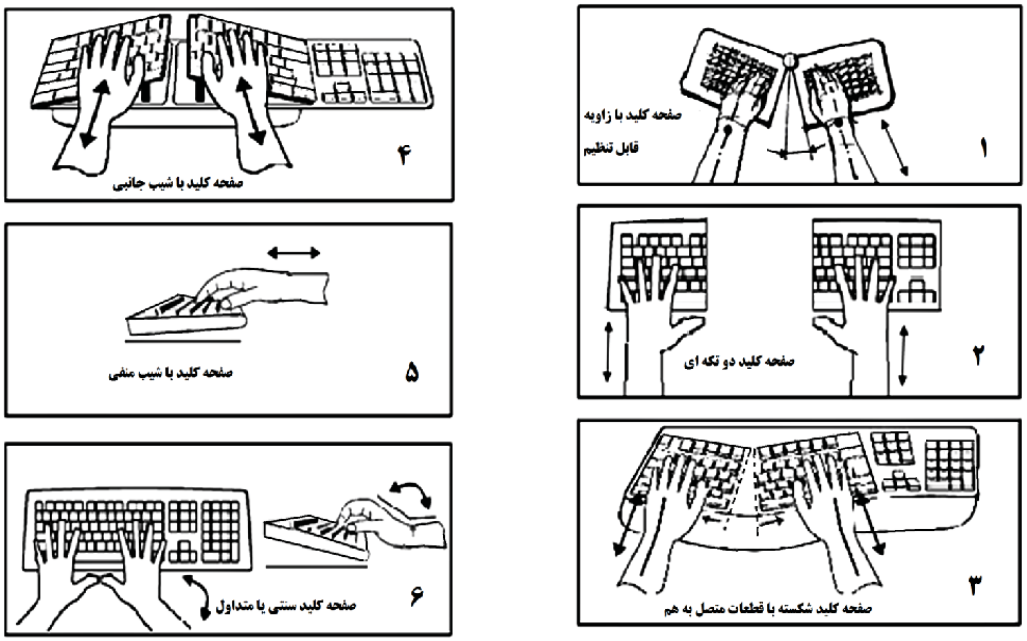
همچنین موسسه بهداشت و ایمنی ایالت متحده (OSHA) میزان هزینه های آن را بین پانزده تا بیست میلیون دلار برآورد کرده است (David, 1999). همچنین بیماری‌های ناشی از کارهای تکراری نیز در طی دو دهۀ اخیر افزایش چشمگیری داشته است که نمودار آن را در شکل (۳) می بینید. (Palmer, *et al.,* 2001; Tittiranonda, *et al.,* 1999; Hargreaves, 2008, 2002; Rempel, 1996). این افزایش می تواند به غیر از تغییر نحوه انجام کارها، به دلیل افزایش آگاهی کاربران یا افزایش گزارش‌ها باشد (Hargreaves, 2002). به طور کلی ریسک فاکتورهایی که می توانند باعث مشکلات اسکلتی عضلانی شود، شامل پوسچر نامناسب اندام ها، انجام یک عمل تکراری، اعمال نیروی زیاد، ارتعاش، خصوصیات فردی و وضعیت اجتماعی- روانی می‌باشد (Devin, *et al.,* 2004) که دو مورد اول یعنی پوسچر نامناسب و اعمال تکراری در هنگام استفاده از کامپیوترها شایع تر است.

البته باید توجه داشت که وجود دو یا چند عامل می تواند اثر تشدیدی در ایجاد عارضه داشته باشد (NIOSH, 2004; van Galen, *et al.,* 2006). یکی ازعلل عمده ایجاد این ریسک فاکتورها در هنگام استفاده از کامپیوتر صفحه کلیدها هستند. با وجود این‌که برخی کارشناسان در یک دهه قبل(۱۹۹۹) پیش بینی منسوخ شدن استفاده از صفحه کلیدها در ۵ یا ۱۰سال آینده را



شکل ۳: رشد بیماری های ناشی از تکرار از سال ۱۹۹۷ تا ۱۹۷۹ در کشور ایالات متحده آمریکا

می دادند(David, 1999) ولی صفحه کلیدها هم چنان استفاده گسترده ای دارند. صفحه کلیدها بر اساس نوع طراحی‌شان می‌توانند بر روی میزان ریسک فاکتورهای کار با کامپیوتر تاثیر بگذارند که این کار را می توان با جانمایی درست حروف و طراحی دکمه ها یا طراحی مناسب در شکل هندسی صفحه کلید انجام داد، که مورد اخیر برای ایجاد پوسچر خنثی در مچ وساعد است (Marklin, *et al.,* 2004). اهمیت رسیدن به این پوسچر (حالت استراحت دست)، از این جهت است که می تواند میزان ریسک ایجاد عارضه از جمله سندروم تونل کارپال را با کاهش فشار بر اعصاب و عروق این ناحیه کاهش دهد(William, 2007) هر چند که هنوز داده های دقیق در مورد ارتباط این دو در دسترس نیست (NIOSH, 2004; Thompson, *et al.,* 2008). هم‌چنین در یک روش ارزیابی پوسچر مثل رولا (RULA) با ثابت نگه داشتن سایر موارد و رساندن پوسچرهای مچ وساعد به حالت خنثی، درجه ریسک تا دو سطح کاهش می یابد (McAtamney, 1993). در نتیجه طی ۵۰ سال اخیر انواع و اقسام طرح های هندسی صفحه کلید ها برای رسیدن به وضعیت راحت تر این اندام ها طراحی شده است (Marklin, 2004). ازسویی این صفحه کلیدها در کاهش درد کاربران نیز موثر است (Kathryn, 2002). این صفحه کلیدها شامل صفحه کلیدهای با طرح شکسته قابل تنظیم، طرح شکسته ثابت، طرح با شیب منفی، طرح با



شکل ۴: انواع طرح های جایگزین صفحه کلید

شیب جانبی، طرح عمودی، دو تکه جدا از هم و... هستند و تنها به صفحه کلید مسطح سنتی(که به صفحه کلید استاندارد یا متداول نیز معروف است) محدود نمی شوند (Marklin, 2004). این صفحه کلیدها در بازار نیز با اسامی صفحه کلید مالترون و صفحه کلید ارگونومیک مایکروسافت و غیره موجودند(Smith and Rempel, 2008 Tittiranonda and Amiee, 1994). شواهد علمی در مورد این‌که کدام یک از این طرح ها بیش‌ترین تاثیر را دارند به صورت یک چالش باقی مانده است (Marklin, 2004; Hayley, 1998). اثر این طرح ها بر وضعیت های مچ و ساعد در تعدادی از مطالعات آزمایشگاهی مورد بررسی قرار گرفته که در ابتدا با گونیومترهای دستی و مطالعات جدیدتر با گونیومترهای دیجیتالی انجام شده‌اند (Rempel, *et al.,* 2007). در این‌جا مروری بر مطالعاتی می شود که اثر چهار نوع از این صفحه کلیدها (صفحه کلید شکسته ثابت و شکسته با شیب جانبی قابل تنظیم، با شیب جانبی، دوتکه و با شیب منفی) را بر وضعیت های مچ و ساعد یعنی انحراف مچ به طرفین ، خم شدن مچ به خارج دست و پیچش ساعد بررسی کرده‌اند. (نمای این صفحه کلیدها را می‌توانید در شکل ۴ مشاهده کنید).

معمولاً هر یک از این صفحه کلیدها برای بر طرف کردن یکی از حالات اخیر طراحی می شوند. هدف ثانوی نیز یافتن مناسب ترین صفحه کلید در رساندن دست به پوسچر خنثی بود. این مقاله می تواند در طراحی و انتخاب صفحه کلید مناسب و هم‌چنین برای ارگونومیست ها، کارشناسان بهداشت حرفه ای و کلیه کسانی که با کامپیوتر سر و کار دارند مفید واقع شود.

روش کار

برای یافتن مطالعات پیشین در این زمینه از چندین پایگاه داده استفاده شد که تا حد ممکن بتواند اکثر موارد را پوشش دهد. جستجوی مقالات محدود به آن‌هایی شد که به زبان انگلیسی و مربوط به سال‌های ۱۹۸۵ تا ۲۰۰۹ بودند. عمل جستجو از تاریخ دوم دی ماه سال هزار سیصد و هشتاد و هشت تا دهم اسفند این سال و با کمک یک کارشناس کتابداری صورت پذیرفت و این کار با مطالعه کلیه عنوان ها و چکیده ها در مرحله اولیه صورت گرفت. سپس مقالات منتخب به طور کامل مطالعه شدند. کلید واژه ها شامل موارد زیر بودند:

- Alternative/ slanted/ sloped/ tilted keyboard(s)
- Posture
- Wrist
- Forearm
- Traditional keyboard(s)
- Personal computers

پایگاه های مورد استفاده نیز شامل این موارد بودند:

- OVID
- MEDLINE
- WEB OF SCIENCE
- PUBMED
- SCIENCE DIRECT
- NIOSH
- SCOPOUS
- COCHRANE
- EMBASE
- OXFORD JOURNALS
- Database of Abstracts of Reviews of Effects (DARE)
- SPRINGER
- BMJ
- PROQUEST

بااین حال، جستجوهای کلی نیز در موتور جستجوی گوگل انجام شد. هم‌چنین جستجوهایی نیز برای یافتن

منابع منتشر نشده در منابع مربوطه صورت گرفت. پس از پایان جستجو تعداد ۱۳ مقاله مرتبط یافت شد. معیارهای ورود به مطالعه شامل آن دسته از مطالعات تجربی می شد که از کیفیت یا صحت و دقت کافی در اجرای مطالعه برخوردار بودند که این کار از طریق تکمیل چک لیست استاندارد ارزیابی کیفیت مقالات انجام گرفت. هم‌چنین در این مطالعه، نمونه های با توانایی تایپ ده انگشتی معیار ورود را پیدا کردند. دیگر ویژگی‌های مشارکت کنندگان شامل حداقل تعداد مشارکت کننده در مطالعه و سن بالای ۱۸ و نداشتن هیچ نوع بیماری اسکلتی عضلانی در اندام فوقانی و انجام تطابق فرد با ایستگاه کاری قبل از انجام مطالعه بود.

ازدیگر معیارهای ورود، استفاده از صفحه کلیدهایی از نوع کیوورتی (QWERTY) بود. همچنین در این زمینه مقالاتی پذیرش شدند که آزمایش صفحه کلید های مسطح استاندارد را با هریک از صفحه کلید های شکست دار ثابت/قابل تنظیم، با شیب جانبی و با شیب منفی بررسی کرده بودند. مطالعاتی که ویژگی‌هایی به غیر از شکل هندسی صفحه کلید (مثل نیروی وارد بردکمه ها، شکل دکمه ها، ترتیب قرارگیری حروف و...) را ارزیابی کرده بودند یا مواردی که از نمونه‌های مبتلا به بیماری‌های اسکلتی عضلانی استفاده کرده بودند، شرایط ورود به مطالعه را نداشتند. هم‌چنین مقالاتی که تبلیغ صفحه کلید خاصی را به همراه داشتند حذف شدند. صفحه کلیدهای آلترناتیو با طرح کاملاً عمودی(آکاردئونی) و لمسی نیز وارد نشدند. هم‌چنین مطالعاتی که از الکتروگونیومتر و آنالیز سه بعدی استفاده کرده بودند وارد شدند(و آن‌هایی که با الکتروگونیومتر نوع دستی کار کرده بودند، به معیار ورود دست‌نیافتند).

یافته‌ها

بعد از انجام جستجوها از ۱۳ مطالعه مرتبط، ۲ مطالعه معیارهای ورود را پیدا نکردند (Amanda, *et al.,* 2001; Grace, 2000) که علت آن حجم نمونه کوچک آن‌ها بود. هم‌چنین عدم توانایی کافی در تایپ ده انگشتی و هم‌چنین استفاده از گونیمتر دستی جهت اندازه گیری از مواردی بودند که جزء معیار درونداد مطالعه حاضر محسوب نمی شدند. بررسی کیفیت مطالعات نیز به کمک چک لیست ویژه مربوطه انجام گرفت. برخی از آن‌ها تنها یک نوع صفحه کلید آلترناتیو و برخی بیش از یک نوع صفحه کلید مورد نظر ما را مورد مطالعه قرار داده بودند. در مورد پوسچرها نیز وضع به همین صورت بود. تورش موجود در مطالعات به طور عمده شامل عدم گزارش دهی کافی و آگاه بودن پژوهشگر نسبت به نتایج بود. در اینجا مطالعات مربوط به هر نوع صفحه کلید به طور جداگانه توضیح داده می شود. البته در ابتدا توضیحاتی در مورد صفحه کلیدهای سنتی(متداول یا استاندارد) ارایه می‌گردد.

صفحه کلیدهای سنتی

این صفحه کلیدها(شکل ۴- شماره ۶) که به آن‌ها صفحه کلیدهای QWERTY نیز اطلاق می شود به خاطر شکل مستطیلی و ترتیب خاص دکمه های‌شان به راحتی قابل تشخیص اند. عبارت QWERTY به چیدمان کلی کلیدهای الفبایی اشاره دارد و از ترتیب شش کلید سمت چپ و بالای آن‌ها گرفته شده است. در این صفحه کلیدها بر خلاف انتظار، پرکاربردترین دکمه ها زیر کم کاربردترین انگشتان قرار می گیرد که علت آن به زمان استفاده از ماشین تایپ بر می گردد. چراکه به علت سختی دکمه های آنان باید حتماً انگشت قوی تر بر دکمه ضربه وارد کند. هر چند تلاش هایی برای جابه‌جایی دکمه‌ها صورت گرفت

اما به دلایل اقتصادی از انجام آن صرفه نظر شد (Marklin, 2004). گذشته از این اشکال عمده، آن‌ها به خاطر شکل خاص بدنه خود باعث خم شدن مچ به سمت خارج دست، انحراف جانبی مچ و پیچش ساعد می شوند که مقادیر این سه مورد در دست چپ به ترتیب برابر ۱۵، ۲۱/۲ و ۶۲/۲ درجه و برای دست راست به ترتیب برابر ۱۰/۱، ۱۷/۰ و ۶۵/۶ برآورد شد (Simoneau, *et al.,* 1999). به همین دلیل و با افزایش استفاده از کامپیوترها، طراحان به فکر ساخت صفحه کلیدهای جایگزین افتادند.

صفحه کلید های شکسته با زاویه شکاف

این صفحه کلیدها(شکل ۴- شماره۱و۳) که به دو صورت ثابت و قابل تنظیم وجود دارند، به منظور کاهش میزان انحراف مچ دست نسبت به استخوان زند زیرین (اولنار) طراحی شده اند. مارکلین و سیمون که مطالعات متعددی در زمینه ارگونومی صفحه کلیدها دارند، در مطالعه ای که بر روی کارمندان دفتری در سال ۱۹۹۹ انجام دادند، پوسچرهای یک صفحه کلید با زاویه شکاف ثابت ۱۰/۵ و یک صفحه کلید قابل تنظیم را نسبت به صفحه کلید سنتی مورد مقایسه قرار دادند. آنها به این صورت نتیجه گیری کردند که در صفحه کلید با زاویه شکاف ثابت، میانگین انحراف اولنار دست چپ از ۱۰/۷ به ۵/۸ و دست راست از ۹/۱ به ۱/۲کاهش یافت. در صفحه کلید با زاویه شکاف قابل تنظیم نیز زاویه مچ راست به طور میانگین از ۱۰/۷ به ۲/۵ و مچ چپ از ۱۳/۳ به ۵/۷ تنزل یافت (Marklin, *et al.,* 1999).

در یک مطالعه جامع در مورد اثرات صفحه کلید بر پوسچرهای مچ و ساعد که بر روی تعداد صد نفر از کارمندان دفتری و دانشجو صورت گرفت، شش نوع صفحه کلید مورد مقایسه قرار گرفتند (Rempel, *et al.,* 2007). چهار نوع آن صفحه کلیدهای شکسته با زاویه شکاف ها و شیب های مختلف و دو نوع دیگر صفحه کلید سنتی و یک لپ تاپ بودند که نتایجی بدین صورت حاصل شد. میزان انحراف اولنار، خم شدن مچ به سمت خارج و انحراف ساعد در دست راست و چپ در صفحه کلید سنتی به ترتیب برابر ۱۰/۷، ۱۲/۹، ۶۷ به‌دست آمد که این مقادیر برای صفحه کلید با زاویه شکاف ۶ درجه به ترتیب برابر ۱۴/۷، ۸/۹، ۶۵/۷ بود. این مقادیر برای صفحه کلید با زاویه شکاف ۱۲ درجه و شیب جانبی ۸ درجه به ترتیب برابر ۱۰/۸، ۸/۴ و ۶۱/۸ به‌دست آمد. برای صفحه کلید با زاویه شکاف ۱۲ درجه و شیب جانبی این مقادیر به ترتیب برابر ۱۲، ۲/۷ و ۵۹/۳ وبرای صفحه کلیدی با شرایط مشابه قبلی ولی با شیب منفی ۷ درجه این مقادیر به ترتیب برابر ۳/۱۵، ۱۶/۸- و ۵۶/۹ به‌دست آمد که در همگی این حالات میزان زوایای جدید نسبت به صفحه کلید سنتی کاهش داشت و به زاویه طبیعی نزدیک شد. هم‌چنین در این مطالعه می توانید اثر ترکیبی تغییر زوایای دست را نیز مشاهده کنید. علاوه بر این در مطالعه حاضر بهترین صفحه کلید برای رساندن دست به حالت طبیعی، صفحه کلید با مشخصات زاویه شکاف ۱۲ درجه، شیب جانبی ۱۴ درجه و شیب افقی صفر درجه تشخیص داده شد (Microsoft natural ergonomic keyboard 4000).

در مطالعه‌ی دیگری که توسط اسمیت و همکاران بر روی ۱۸ شرکت کننده انجام شد، نتیجه‌ای غیر عادی به‌دست آمد و آن نیز کاهش پیچش مچ/دست در اثر تایپ با یک صفحه

کلید با شکاف زاویه شکاف قابل تنظیم بود (Smith, *et al.,* 1998). این در حالیست که این صفحه کلید برای کاهش انحراف اولنار طراحی شده است نه برای کاهش پیچش. در مطالعه دیگری با همین منظور که توسط تیترانوندا و همکاران بر روی ۳۵ کارمند دفتری انجام شد، میانگین خم شدن مچ به خارج دست از ۲۴ به ۱۷ (با انحراف میانگین۵) کاهش داشت. انحراف اولنار هم در زاویه ۱۰-۰ و۲۰-۱۰ تغییر محسوسی نداشت ولی در زاویه ۲۸-۲۱ از ۱۸ به ۱۴ کاهش یافت (Pat, *et al.,* 1999). مارکلین و همکاران در سال ۱۹۹۹ در مطالعه ای که بر روی۹۰ کارمند دفتری حرفه ای انجام دادند، نشان دادند که مقدار انحراف اولنار برای صفحه کلید با زاویه شکاف ثابت ۱۲/۵درجه نسبت به صفحه کلید سنتی ۷ درجه کاهش می یابد. این کاهش در صفحه کلید با زاویه قابل تنظیم نیز صادق بود (Marklin, *et al.,* 1999). در مطالعه ای دیگر توسط زسویچ و همکاران که بر روی ۱۶ تایپیست مجرب و بوسیله آنالیز سه بعدی انجام گرفت، نتایج حاصله چه در صفحه کلید با زاویه شکاف ثابت و چه در صفحه کلید با زاویه قابل تنظیم نتایجی مشابه مطالعه قبل داشت، یعنی نزدیک شدن به حالت طبیعی (Zecevic, *et al.,* 2000). در مطالعه رمپل و همکاران که بر روی ۲۴ تایپیست مجرب انجام گردید، نشان داده شد که زاویه ۱۵ درجه شکاف بهترین حالت برای کاهش انحراف اولنار است، البته اگر بخواهیم با افزایش پیچش همراه نشود(Rempel, *et al.,* 2009). هونان و همکاران در یک مطالعه قدیمی در سال ۱۹۹۵ نیز در ارزشیابی دو نوع وضعیت صفحه کلید با زاویه شکاف نسبت به یک صفحه کلید سنتی دریافتند که زاویه شکاف ۱۲ درجه با شیب منفی ۱۲- و شیب جانبی ۱۰ درجه مناسب ترین حالت برای رسیدن به وضعیت عادی مچ و ساعد می باشد. با این حال نمونه ها در مواجهه کوتاه مدت، صفحه کلید استاندارد را به صفحه کلید آلترناتیو ترجیح دادند. محدودیت این مطالعه در همین مواجهه کوتاه مدت بود (Hedge and Powers, 1995).

صفحه کلید با شیب منفی

این صفحه کلیدها(شکل ۴، شماره ۵) برای کاهش خم شدن مچ به سمت خارج طراحی شده اند. شیب دار کردن صفحه کلید به سمت پایین (به سمت صفحه نمایشگر) همان‌گونه که در شکل می‌بینید، می‌تواند باعث کاهش خم شدن مچ به سمت خارج شود.

در اولین مطالعه ای که هدج و پاور در سال ۱۹۹۵ بر روی ۱۲ کارمند دفتری انجام دادند، نمونه ها خودشان میزان زاویه شیب صفحه کلیدی را که بر روی یک سکو قرار گرفته بود تغییر می‌دادند. هم‌چنین مچ دست ها به تکیه گاهی جهت استراحت مجهز بودند. میانگین زاویه انتخابی سکوی صفحه کلید ۱۲- درجه بود که باعث می‌شد صفحه کلید به زاویه ۰ درجه قرار گیرد. میانگین خم شدن مچ به سمت خارج با صفحه کلید سنتی برابر ۱۳ درجه اندازه گیری شده بود که این میزان پس از ایجاد شیب منفی برابر ۱ درجه خم شدن به داخل دست شد(۳۵). آن‌ها در مطالعه ای دیگر که این بار با شرکت ۳۸ نفر انجام گرفت، یک گروه کنترل ۱۵ نفری را که با صفحه کلید سنتی تایپ می کردند، با یک گروه ۲۳ نفری که بر روی صفحه کلید با شیب منفی تایپ می‌کردند مورد مقایسه

قرار دادند. میزان خم شدن مچ به سمت خارج برای گروه کنترل ۱۹/۴ درجه گزارش شد، در حالی‌که این اندازه برای گروه شاهد ۱۰/۷ بود، یعنی ۹/۷ به زاویه عادی نزدیک‌تر شده بود. در این مطالعه میزان زاویه صفحه کلید را گزارش نشده و نیز در هر دوی این مطالعات مشخص نگردیده که آیا با تغییر زاویه صفحه کلید ارتفاع آرنج نیز به طور متناسب تنظیم می‌شود یا خیر(Hedge, *et al.,* 1999).

در مطالعه‌ای که توسط سیمون و همکاران در سال ۲۰۰۱ پس از بر طرف کردن نواقص مذکور صورت گرفت و در آن ۳۳ شرکت کننده حضور داشتند، تغییر شیب صفحه کلید از ۱۵+ تا ۱۵- درجه باعث ۱۳ درجه کاهش در مقدار خم شدن مچ به سمت خارج شد. یعنی تقریباً به ازای هر دو درجه شیب یک درجه کاهش در خم شدن مچ خارج اتفاق می‌افتاد. (در۱۵+ برابر ۲۲ و در شیب ۱۵- برابر ۹ درجه) کاهش در ارتفاع آرنج نیز همین اثر را داشت(Rempel *et al.,* 2009). باید توجه داشت که در چندین مطالعه ارتباط بین تایپ در بالاتر از ارتفاع آرنج با ناراحتی در گردن، شانه و بازو ثابت شده است و در نتیجه چنین مداخله ای سودمند نیست. در مطالعه رمپل و همکاران بر روی ۶ صفحه کلید آلترناتیو(همانطور که پیش از این نیز به آن اشاره شد)، ایجاد شیب منفی به همراه دیگر مداخلات در صفحه کلید باعث کاهش خم شدن مچ به سمت خارج شد(Rempel *et al.,* 2009). همچنین هدج و همکاران در مطالعه ای که بر روی کارمندان دفتری انجام دادند نیز نتایج مشابهی به‌دست آوردند (Hedge, *et al.,* 1999).

سیمون و همکاران نیز که مطالعه ای بر روی ۱۶ نمونه انجام دادند دریافتند که در شیب های ۱۵-، ۷٫۵-، ۰ و ۷/۵ میزان انحراف اولنار به ترتیب ۱۵،۱۴، ۱۳/۵، و ۱۱ است، در حالی‌که میزان خم شدن مچ به سمت خارج در همین شیب ها به ترتیب ۳-، ۲-، ۷/۷ و۱۲ به‌دست آمد (Simoneau, *et al.,* 1999). پس همان‌طور که مشاهده می‌شود این نوع مداخله می‌تواند باعث کاهش محسوس در خم شدن مچ به سمت خارج و یک کاهش کوچک در انحراف اولنار نسبت به صفحه کلید استاندارد گردد(در این مطالعه الکترومیوگرافی ماهیچه های ساعد نیز بررسی شد که کاهش اندکی داشت). البته در این مطالعه در زاویه شیب ۱۵- شرکت کنندگان احساس ناراحتی داشتند.

صفحه کلیدهای دو تکه جدا از هم

این صفحه کلیدها(شکل ۴، شماره ۲) نیز از صفحه کلیدهای شکسته محسوب می شوند با این تفاوت که دوتکه آن به طور کامل از هم جدا و در حدود عرض شانه از هم فاصله می گیرند. این کار به منظور کاهش انحراف اولنار انجام می‌گیرد.

مارکلین و همکاران در مطالعه ای که بر روی ۱۱ نمونه که همگی زن بودند انجام دادند، دو تکه صفحه کلید را در سه حالت الف- به اندازه ۲۰ سانتی متر، ب- به اندازه نصف عرض شانه و ج- به اندازه ارتفاع شانه از هم جدا کردند که حداقل کاهش انحراف اولنار مچ راست و چپ این سه حالت نسبت به صفحه کلید سنتی به مقدار ۱۰ درجه گزارش شد. هم‌چنین تفاوت این مقدار در بین سه حالت محسوس نبود. هم‌چنین آن‌ها بیان کردند که اثر تایپ با این صفحه کلید بر انحراف اولنار مساوی صفحه کلید با زاویه شکاف ۱۲/۵ درجه است. آن‌ها هم‌چنین ثابت نمودند که این صفحه کلید اثری در

کاهش خم شدن مچ به سمت خارج و پیچش ساعد ندارد. البته در این زمینه مطالعات محدودی انجام شده است(Marklin, *et al.,* 1999).

در مطالعه جان و همکاران نیز که برای محاسبه میزان حرکت تاندون در زمان استفاده از صفحه کلیدها انجام شده بود، آن‌ها نیز به عنوان هدف ثانوی نتایج مشابهی به‌دست آوردند (Nelson, *et al.,* 2000). رمپل و همکاران نیز در حین مطالعه خود با رسیدن به نتایجی مشابه دریافتند که بهترین زاویه در سطح افقی شیب با ۰ تا۴ - درجه است (Rempel, *et al.,* 2009).

صفحه کلیدهای با شیب جانبی

این صفحه کلیدها(شکل ۴، شماره ۴) به منظور کاهش پیچش ساعد طراحی شده اند و در برخی مطالعات اثر آن‌ها مورد بررسی قرار گرفته است. هدج و همکاران در مطالعه‌ای که روی ۳۸ کارمند دفتری انجام دادند شرکت کنندگان را به دو گروه کنترل با ۲۳ نفر و یک گروه شاهد ۱۵ نفره تقسیم کردند که گروه کنترل با صفحه کلید استاندارد و گروه شاهد با صفحه کلید با شیب جانبی تایپ می‌کردند. در نهایت مشخص شد که ۸۰ درصد نمونه‌های گروه شاهد ساعدشان به حالت طبیعی نزدیک‌تر شده است، در حالی‌که این مقدار در گروه کنترل برابر ۱۵ درصد گزارش شد (Hedge, *et al.,* 1999).

در مطالعه ای که هونان و همکاران بر روی سه حالت تخلف صفحه کلید انجام دادند نیز زاویه دارکردن صفحه کلید به طرفین در ترکیب با مداخلات دیگر منجر به کاهش پیچش ساعد شد(Hedge, *et al.,* 1999). در مطالعات دیگری از هونان و همکاران(Honan, *et al.,* 1996) و رمپل (Rempel, *et al.,* 2007) و مطالعه مارکلین و همکاران (Richard, *et al.,* 1999) نیز با وجود اثر ترکیبی سایر مداخلات، نتایج مشابهی در این ارتباط به‌دست آمد.

بحث

در کل هر چند که هنوز به خاطر عدم وجود داده های کافی نمی توان رابطه ای بین سندروم تونل کارپال و استفاده از صفحه کلید مشاهده کرد، اما شواهد کافی وجود دارد که برخی اختلالات اسکلتی عضلانی نواحی فوقانی که در اثر کار بیش از حد با کامپیوتر ایجاد می شود، می‌توانند با پوسچرهای نامناسب مچ وساعد ارتباط داشته باشند.

با توجه به نتایج مطالعات مذکور مشخص می شود که در همه آن‌ها به فرض های صورت گرفته برای هر نوع صفحه کلید در عمل نیز پاسخ مثبت دادند. فقط میزان تغییرات در بین مطالعات به مقدار اندکی متفاوت می باشد. با این حال اثر ترکیبی این مداخلات کم‌تر مورد بررسی قرار گرفته است. در برخی از صفحه کلیدها، مثل انواع دو تکه نیز مطالعات محدودی صورت گرفته بود که علت آن استفاده کم‌تر از آن‌هاست.

مطالعات مروری دیگری که در این زمینه انجام شده است نیز از نظر نتایج حاصله مشابه این مطالعه بودند فقط در اینجا مطالعات جدیدتر نیز وارد شدند که این مطالعات نیز در توافق با مطالعات پیشین بودند. در مطالعه مروری مارکلین و همکاران تمرکز بیش‌تری روی تک تک مقالات شده است (Marklin, *et al.,* 2004) و از مطالعه بیکر و همکاران نیز که به شکل متا آنالیز انجام گرفته، نتایج معنی داری مشابهی به دست آمده است (Baker, *et al.,* 2004).

باید این نکته را نیز ذکر کرد که زوایای شکاف، زوایای جانبی و شیب منفی یا مثبت، تنها عوامل موثر بر پوسچر مچ و ساعد نمی باشند و عوامل دیگر موجود در ایستگاه کاری مثل ارتفاع صندلی، میز، تکیه گاه آرنج نیز می‌توانند در این مورد اثرگذار باشند. به عنوان مثال سیمون و همکاران دریافتند که قرار گرفتن آرنج در ارتفاع پایین تر از مچ باعث کاهش خم شدن مچ به سمت خارج می شود (Simoneau and Marklin, 1999). با این حال در چندین مطالعه مشخص شده که ارتفاع بالاتر آرنج باعث ناراحتی و درد در ناحیه شانه، بازو و گردن می‌گردد (Sauter, *et al.,* 1991) که این قطعی ترین نتیجه ایست که تا به حال برای ارتباط پوسچر و بیماری‌های اسکلتی عضلانی بدست آمده است (Gerr, *et al.,* 2004).

نتیجه گیری

همان‌گونه که مشاهده شد، مطالعات نشان می دهند که صفحه کلیدهای آلترناتیو می توانند مچ و ساعد را در وضعیت خنثی قرار داده و عوارض ممکن را کاهش دهند. متاسفانه اثر این صفحه کلیدهای آلترناتیو بر بیماری های اسکلتی-عضلانی هنوز مشخص نشده است و در نتیجه ضمانت کافی برای انجام مطالعات بیش‌تر در این زمینه وجود ندارد. هم‌چنین از آن‌جا که وسایل دیگر مثل استفاده از صدا نیز در حال تکامل اند، استفاده از صفحه کلید نیز منطقاً رو به کاهش خواهد گذاشت و در نتیجه چالشی برای تحقیقات بیش‌تر خواهد بود.

با توجه به این بررسی ها نیازهای پژوهشی آینده شامل انجام مطالعات اپیدمیولوژیکی در مورد اثرات هر یک از صفحه کلیدهای آلترناتیو، بررسی اثر ترکیبی این صفحه کلیدها، بررسی اثر احتمالی کاهش عوارض آن‌ها برای کاربران و نیز انجام مطالعاتی بر روی گروه های سنی دیگر مثل کودکان، نوجوانان، سالمندان و هم‌چنین کاربران غیر حرفه ای می باشد.

منابع

1. Devin L. Jindrich, Aruna D. Balakrishnan, Jack T. Dennerlein Effects of keyswitch design and finger posture on finger joint kinematics and dynamics during tapping on computer keyswitches, 2004
2. UN, 2003; Pc statistics; [12] available at: http://www.millenniumindicators.un.org/;
3. Palmer KT, Cooper C, Walker-Bone K, Syddall H, Coggon D. Use of keyboards and symptoms in the neck and arm: evidence from a national survey, Occup Med 2001;51:392–5
4. Fred Gerr, Carolyn P. Monteilh• Michele Marcus Keyboard use and musculoskeletal outcomes among computer users, June 2006
5. Fred Gerr, Michele Marcus b,c, Carolyn Monteilh Epidemiology of musculoskeletal disorders among computer users: lesson learned from the role of posture and keyboard use, 2004
6. Gerard P. van Galen, Hanneke Liesker and Ab de HaanRadboud, Effects of a vertical keyboard design on typing performance, user comfort and muscle tension, 2006
7. Ripat J, The effect of alternate style keyboards on severity of symptoms and functional status of individuals with work related upper

18. jane f Thompson Fred gerr isam atroshi, Carpal tunnel syndrome and the use of computer mouse and keyboard: A systematic review, 2008
19. McAtamney, L. and Corlett, E.N. (1993), RULA: a survey method for the investigation of work-related upper limb disorders, Appl. Ergonomics, 24, 91–99.
20. Richard W. Marklin, PhD, Guy G. Simoneau, PT, PhD2. Design Features of Alternative Computer Keyboards: A Review of Experimental Data, Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy, 2004
21. Kathryn C, Occupational therapist Deborah Hammond, sigrun wunrum, Does keyboard design improve performance and/or comfort of workplace-based computer users with musculoskeletal disorders?, 2002
22. Smith MJ, Rempel D, The split keyboard: An ergonomics success story, hum factors, 2008
23. Tittiranonda P, Amiee. S, A keyboard to eliminate the stress and the pain, 1994
24. Chandler, Hayley Vol. 14, Iss. 6; pg.47, The key to keyboards: are new keyboard designs the latest thing in ergonomics, or are they just the latest thing in gimmicks?, oct 1998
25. Rempel, D, Barra A, Brafmana D, Ed Younga Ergonomics Program, The effect of six keyboard designs on wrist and forearm postures, CA 94804, USA May 2006 Applied Ergonomics ,2007
26. Amanda B, Dennis Busby, Justin Chance, Amy Hill and Jorge Pocasangre Industrial Engineering Issue 1, Effect of Keyboard Design On User Preference And Comfort Levels, June 2001
27. Grace P. Y. Szeto and Joseph K. F. A Comextremity disorders ,J Occupational Rehabilitation - 01-DEC-2006; 16(4): 707-18 (From NIH/NLM MEDLINE)
8. National Institute for Occupational Safety and Health, U.S. DEPARTMENT OF HEALTH AND HUMAN SERVICES, Public Health Centers for Disease Control and Prevention Service Musculoskeletal Disorders and Workplace Factors, July 1997, Page xiii
9. Tittiranonda P, Burastero S, Rempel D. Risk factors for musculoskeletal disorders among computer users Occup Med. 1999
10. Microsoft corporation The Importance of Ergonomic Input Devices in the Workplace
11. David M, To split or not to split? Occupational Health & Safety; Apr 1999
12. William R. Hargreaves.Comfort by Design: Selecting an Ergonomic Keyboard, August 6, 2008
13. William R Hargreaves Why an alternative keyboard? Think productivity!, Occupational Health & Safety; Apr 2002
14. faucet j, rempel. Muscluskeletal symptoms related to video display terminal use: an analysis of objective and subjective exposure estimates. AAOHN, 1996
15. Gerard P. van Galen, Hanneke Liesker and Ab de Haan Radboud, Effects of a vertical keyboard design on typing performance, user comfort and muscle tension, 2006
16. Richard W. Marklin, PhD, Guy G. Simoneau, PT, PhD2. Design Features of Alternative Computer Keyboards: A Review of Experimental Data, Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy, 2004
17. William R, comfort by desig. 2007;[4] Available at: www.ergonomics.about.com

CA: Human Factors and Ergonomics Society; 1995

35. Hedge A, Powers JR. Wrist postures while keyboarding: effects of a negative slope keyboard system and full motion forearm supports. Ergonomics. 1995
36. Hedge A, Morimoto S, McCrobie D. Effects of keyboard tray geometry on upper body posture and comfort. Ergonomics. 1999
37. Simoneau GG, Marklin RW. Effect of computer keyboard slope and height on wrist extension angle. Hum Factors. 2001;43:287-298.
38. John E. Nelson a, Delia E. Treaster b, William S. Marras. 8 Finger motion, wrist motion and tendon travel as a function of keyboard angles January 2000 Clinical Biomechanics , 2000
39. Honan M, Jacobson M, Tal R, Rempel D. Changes in wrist postures during a prolonged typing task. Human Factors and Ergonomics Society 40th Annual Meeting. Santa MonicaHuman Factors and Ergonomics Society; 1996
40. Baker N A, Cidboy E L The effect of three alternative keyboard designs on forearm pronation, wrist extension, and ulnar deviation: a meta-analysis, 2004
41. Sauter SL, Schleifer LM, Knutson SJ. Work posture, workstation design, and musculoskeletal discomfort in a VDT data entry task. Hum Factors. 1991;33:151-167
42. Fred Gerr, Michele Marcus b,c, Carolyn Monteilh Epidemiology of musculoskeletal disorders among computer users: lesson learned from the role of posture and keyboard use, 2004

parison of Wrist Posture and Forearm Muscle Activities While Using an Alternative Keyboard and a Standard Keyboard, Ng1 Journal of Occupational Rehabilitation, Vol. 10, No. 3, 2000

28. Simoneau GG, Marklin RW, Monroe JF. Wrist and forearm postures of users of conventional computer keyboards. Hum Factors. 1999;41:413-424
29. Richard W. Marklin, Guy G. Simoneau, John F. Monroe, Wrist and Forearm Posture from Typing on Split and Vertically Inclined Computer Keyboards; Human Factors, Vol. 41, 1999
30. Smith MJ, Karsh BT, Conway FT, Cohen WJ, James CA, Morgan JJ, Sanders K, Zehel DJ 36 Effects of a split keyboard design and. wrist rest on performance, posture, and comfort Hum Factors. Jun; 40(2):324-.1998
31. Pat T; Rempel D; Armstrong T; Burastero S, Workplace use of an adjustable keyboard: Adjustment preferences and effect on wrist posture, American Industrial Hygiene Association Journal; May/Jun 1999
32. Zecevic A, Miller DI, Harburn K. An evaluation of the ergonomics of three computer keyboards. Ergonomics. 2000
33. Rempel D, Nathan-Roberts D, Chen BY, Odell D. The effects of split keyboard geometry on upper body postures. Ergonomics. Jan; 52(1):104-11,2009.
34. Honan M, Serina E, Tal R, Rempel D. Wrist postures while typing on a standard and split keyboard. Human Factors and Ergonomics Society 39th Annual Meeting. San Diego,