Research Paper: Investigating the Effects of Different Working Postures on Cognitive Performance

Sharareh Mohammadi[1], *Hamid Reza Mokhtarinia[1], Amir Salar Jafarpisheh[1], Amir Kasaeian[2, 3], Reza Osqueizadeh[1]

1. Department of Ergonomics, University of Social Welfare and Rehabilitation Sciences, Tehran, Iran.
2. Hematology-Oncology and Stem Cell Research Center, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.
3. Hematologic Malignancies Research Center, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

Use your device to scan and read the article online

Citation: Mohammadi Sh, Mokhtarinia HR, Jafarpisheh AS, Kasaeian A, Osqueizadeh R. [Investigating the Effects of Different Working Postures on Cognitive Performance (Persian)]. Archives of Rehabilitation. 2018; 18(4):268-277. https://doi.org/10.21859/JREHAB.18.4.1

https://doi.org/10.21859/JREHAB.18.4.1

Received: 17 Aug. 2017
Accepted: 05 Nov. 2017

ABSTRACT

Objective Individuals performance at the workplace is affected by different adopted postures. Sitting postures are mostly used during office work. Improper sitting postures may cause muscle fatigue and discomfort in the spine and also result in mental workload. Poor posture may result in human errors and delay in information processing. Previous studies have demonstrated the relationship between static sitting postures and cognitive factors such as reaction time to an auditory stimulus. Also, some recent studies have demonstrated the effect of static postures on cognitive performance. To our knowledge, none of the studies had considered the sitting and standing postures effects on cognitive performance simultaneously. The aim of this study was to evaluate cognitive performance during three different static working postures: standard sitting, standing, and self-selected sitting postures.

Materials & Methods This semi-experimental design study was conducted on the twenty-nine healthy students (aged 20-30 years). The non-probability sampling method was selected. All participants provided their written informed consent. Participants with no musculoskeletal disorders, heart disease, spine surgery, and history of depression and stress were selected. Their depression status and level of stress were measured using Beck questionnaire. The study was approved by the Ethics Committee of University of Social Welfare and Rehabilitation Sciences. Subjects performed complex Stroop test and typing activity in an office-like laboratory setting at the University of Social Welfare and Rehabilitation Sciences. Stroop test lasted about 9-12 minutes, and a typing task was also designed for approximately 5 minutes for all subjects. Three random postures were selected based on common postures used in the office. The effects of the postures (standard standing, standard sitting, and self-selected sitting posture) on dependent variables such as total test duration and reaction time to congruent and incongruent stimulus, number of typing words and number of typing error were assessed with Repeated Measures ANOVA. To examine the differences between groups, the paired t-test was used.

Results The results demonstrated that reaction time measure and number of typing error (accuracy) were affected by postures (P=0.001). Post hoc analysis demonstrated that reaction time was significantly different between self-selected sitting posture and standard sitting posture (P=0.001), self-selected sitting posture and standard standing posture (P=0.043), standard sitting posture and standard standing posture (P=0.001). With considering the average amount of reaction time to congruent and incongruent cases, it was observed that there is less reaction time in the standardized sitting posture (M=628.67 ms) compared to the self-selected sitting posture (M=689.41 ms) and standard standing posture (M= 675.16 ms). Also, among the three postures studied a significant difference was observed in the number of typing error words (P=0.001). The number of typing error (accuracy) was lower in this posture compared to the two other postures (M=1.58).

Conclusion This study demonstrates that cognitive performance is affected by working postures. This study demonstrates that standard sitting posture is the best posture. Therefore, it is recommended that sitting posture can help in increasing cognitive performance in the workplace.

Keywords:
Posture, Static work, Reaction time, Selective attention, Cognitive performance

Corresponding Author:
Hamid Reza Mokhtarinia, PhD
Address: Department of Ergonomics, University of Social Welfare and Rehabilitation Sciences, Tehran, Iran.
Tel: +98 (912) 2495248
E-Mail: hrmokhtarinia@yahoo.com

بررسی تأثیر پوسچرهای مختلف کاری بر عملکرد شناختی دانشجویان

شراره محمدی[۱]، *حمیدرضا مختاری‌نیا[۱]، امیرسالار جعفرپیشه[۱]، امیر کسائیان[۲،۳]، رضا اسکوئی‌زاده[۱]

۱- گروه ارگونومی، دانشگاه علوم بهزیستی و توانبخشی، تهران، ایران.
۲- مرکز تحقیقات هماتولوژی آنکولوژی و پیوند سلول‌های بنیادی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی تهران، تهران، ایران.
۳- مرکز تحقیقات سرطان‌های سلول‌های خون‌ساز، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران.

تاریخ دریافت: ۲۲ مرداد ۱۳۹۶
تاریخ پذیرش: ۱۴ آبان ۱۳۹۶

چکیده

هدف برای انجام فعالیت در محیط کار پوسچرهای مختلفی وجود دارد که می‌تواند بر عملکرد افراد تأثیر بگذارد. در محیط کار اداری، اغلب از پوسچرهای نشسته استفاده می‌شود. پوسچرهای نشسته نامطلوب و ناخواسته، علاوه برایجاد خستگی عضلانی و احساس ناراحتی در ستون فقرات، سبب اعمال بار ذهنی می‌شود. پوسچر نامطلوب و ناخواسته سبب بروز خطای انسانی و تأخیر در فرایند پردازش اطلاعات می‌شود. در تحقیقات اخیر ارتباط میان پوسچر استاتیک و عملکرد شناختی مانند زمان واکنش به محرک‌های شنیداری نشان داده شده است. در میان پژوهش‌ها، مطالعه‌ای که تأثیر هم‌زمان پوسچر ایستاده و نشسته را بر عملکرد شناختی بررسی کرده باشد، وجود ندارد. هدف از این مطالعه، ارزیابی عملکرد شناختی هنگام اجرای وظایف در سه پوسچر مختلف کاری استاتیک ایستاده استاندارد، نشسته استاندارد و نشسته انتخابی بوده است.

روش بررسی مطالعه حاضر به صورت نیمه‌تجربی، روی ۲۹ نفر از دانشجویان سالم با طیف سنی ۲۰ تا ۳۰ سال صورت گرفت. نمونه‌گیری به صورت غیراحتمالی انجام شد. همه آزمودنی‌ها فرم موافقت آگاهانه را تکمیل کردند. نداشتن اختلالات اسکلتی عضلانی، نداشتن بیماری‌های قلبی، نداشتن سابقه جراحی در بخش‌های مختلف ستون فقرات و نداشتن اختلالات افسردگی و اضطراب ازجمله معیارهای ورود به مطالعه بود. به منظور تعیین میزان افسردگی و اضطراب از پرسش‌نامه سنجش افسردگی و اضطراب بک استفاده شد. کمیته اخلاقی دانشگاه علوم بهزیستی و توانبخشی این مطالعه را تأیید کرد. شرکت‌کنندگان در دانشگاه علوم بهزیستی و توانبخشی در شرایط آزمایشگاهی و روی ایستگاه کاری اداری به اجرای آزمون استروپ پیچیده (۹ تا ۱۲ دقیقه تایپ به مدت ۵ دقیقه) پرداختند. پوسچرهای بررسی‌شده ازجمله معمول‌ترین پوسچرهای به‌کارگرفته‌شده در محیط اداری بودند. به منظور بررسی تأثیر پوسچرهای ایستاده استاندارد، نشسته استاندارد و نشسته انتخابی بر متغیرهای وابسته مانند کل زمان آزمون، زمان واکنش به محرک‌های همخوان و ناهمخوان، تعداد کلمات تایپ‌شده و تعداد اشتباهات تایپی، از آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر استفاده شد. همچنین برای بررسی تفاوت موجود در هر یک از گروه‌ها، از آزمون تی زوجی استفاده شد.

یافته‌ها نتایج نشان داد متغیر زمان واکنش و دقت آزمودنی‌ها تحت تأثیر پوسچرهای کاری است (P=۰/۰۰۱). نتایج تجزیه‌وتحلیل تعقیبی گویای اختلاف معنی‌دار در مدت‌زمان واکنش میان دو وضعیت بدنی نشسته انتخابی و نشسته استاندارد (P=۰/۰۰۱)، نشسته انتخابی و ایستاده استاندارد (P=۰/۰۴۳) و نشسته استاندارد و ایستاده استاندارد (P=۰/۰۰۱) است. با درنظرگرفتن میانگین مدت‌زمان واکنش برای محرک‌های همخوان و غیرهمخوان، مشخص شد که زمان واکنش در پوسچر نشسته استاندارد (M=۶۲۸/۶۷ms) در مقایسه با پوسچر نشسته انتخابی (M=۶۸۹/۴۱ms) و پوسچر ایستاده استاندارد (M=۶۷۵/۱۶ms) کمتر است. همچنین بین سه پوسچر مطالعه‌شده از نظر تعداد اشتباهات تایپی اختلاف معنی‌داری وجود داشت (P=۰/۰۰۱) . میانگین تعداد اشتباهات تایپی و خطاهای نگارشی در شرایط وضعیت بدنی نشسته استاندارد نسبت به دیگر وضعیت‌ها کمتر بود (P=۰/۵۸).

نتیجه‌گیری نتایج این مطالعه نشان داد عملکرد شناختی تحت تأثیر پوسچر قرار می‌گیرد. در میان پوسچرهای کاری بررسی‌شده در این مطالعه، پوسچر نشسته استاندارد از همه بهتر بود. پوسچر نشسته استاندارد می‌تواند به بهبود عملکرد شناختی در محیط کار منجر شود.

کلیدواژه‌ها:
پوسچر، فعالیت استاتیک، زمان واکنش، توجه انتخابی، عملکرد شناختی

* **نویسنده مسئول:**
دکتر حمیدرضا مختاری‌نیا
نشانی: تهران، دانشگاه علوم بهزیستی و توانبخشی، گروه ارگونومی.
تلفن: ۲۴۹۵۲۴۸ (۹۱۲) ۹۸+
رایانامه: hrmokhtarinia@yahoo.com

مقدمه

پوسچرهای ایستاده و نشسته اغلب پوسچرهایی هستند که افراد برای انجام فعالیت‌های خود از آن‌ها استفاده می‌کنند. هر کدام از این پوسچرها معایب و مزایایی دارند که بر اساس این خصوصیت‌ها توسط افراد اتخاذ می‌شوند. در محیط کار اداری پوسچر نشسته بیشتر مورد استفاده قرار می‌گیرد و به صورت روزمره در حال افزایش است [۱]. پوسچر نشسته نامطلوب به‌صورتی‌که انحنای کمر حفظ نشود و لگن در راستای مناسب شاقولی خود قرار نگیرد، باعث ایجاد چرخش خلفی استخوان لگن و در بلندمدت باعث ایجاد تغییرات در ستون فقرات کمری می‌شود [۲]. این پوسچر نامناسب باعث فشار بر دیسک‌های بین مهره‌ای و افزایش تنش در بافت‌های خلفی ستون فقرات می‌شود [۳].

پوسچر مناسب عامل برقراری تعادل، محافظت از ساختار اسکلتی بدن در مقابل تغییر شکل و صدمات پیش‌رونده [۴]، عامل توزیع تنش در میان نسوج نگه‌دارنده بدن و تعیین‌کننده میزان استرس اعمال‌شده بر بافت‌های پاسیو است. کاهش میزان استرس در بافت‌ها در وضعیت بدنی نشسته استاندارد و وضعیت بدنی ایستاده، تبیین‌کننده چنین ارتباطی است [۵]. در پوسچر ایستاده، انحراف قدامی ستون فقرات گردنی [۶]، چرخش قدامی استخوان لگن و قوس ستون فقرات کمری نسبت به حالت نشسته افزایش می‌یابد [۷]. این وضعیت موجب اعمال بارهای مکانیکی بر بافت‌های فعال ناحیه کمری و بروز کمردرد در افراد سالم خواهد شد [۸، ۹]. همچنین در حالت ایستاده به دلیل افزایش متوسط فشار خون شریانی و درنتیجه افزایش جریان خون در اندام‌های تحتانی، احساس خستگی و ناراحتی اندام تحتانی بیشتر می‌شود [۱۰]. در این مطالعه، این علائم ۳۲ دقیقه پس از اجرای وظایف در حالت ایستاده مشاهده شده است [۱۱].

با وجود اینکه پوسچر نامناسب، باعث افزایش بار فیزیکی بر ساختارهای بدن می‌شود، انجام فعالیت شناختی را نیز می‌تواند تحت تأثیر قرار دهد [۱۲، ۱۳]. به‌طوری‌که پوسچر نامناسب باعث بروز خطا و تأخیر در فرایند پردازش اطلاعات می‌شود [۱۴]. نتایج حاصل از بررسی و مقایسه وضعیت بدنی ایستاده و حالات متفاوت نشستن، حاکی از تأثیر وضعیت ستون فقرات کمری بر عواملی چون افزایش فعالیت عضلات کمری [۱۵] و نیز عامل توجه شناختی است [۱۶]. بیشتر کارهای انسان بر پایه عملکردهای شناختی صورت می‌پذیرد [۱۷]. عملکرد شناختی تحت عنوان «فرایند پردازش اطلاعات» در منابع مختلف آمده است و شامل بر سه عامل توجه، حافظه و استدلال می‌شود [۱۸]. در دوره‌های زمانی طولانی مدت و گاه هم‌زمان، با اجرای فعالیت‌های شناختی معمول و مرتبط با شرایط، این قابلیت‌ها گسترش می‌یابد و می‌تواند توانایی فرد را در اجرای وظایف روزانه تحت تأثیر قرار دهد [۱۹].

نتایج حاصل از مطالعات، تبیین‌کننده ارتباط بین پوسچرهای نشسته و ایستاده و برخی از عملکردهای شناختی مانند زمان واکنش به محرک‌های دیداری [۲۰] و رفتار حل مسئله است [۲۱]. پوسچر ایستاده به عنوان سطحی از فعالیت فیزیکی از طریق بهبود سازوکار فیزیولوژیکی [۲۲] و گسترش نواحی مرتبط با کارکرد شناختی [۲۳]، می‌تواند منجر به پیشرفت عامل توجه انتخابی و بهبود عملکرد حافظه شود [۲۴]، اما در زمینه قابلیت این سطح فعالیت پوسچرهای ایستاده استاتیک در پیدایش چنین سازوکاری تردید وجود دارد. پوسچر ایستاده به عنوان سطحی از فعالیت جسمانی متعادل در نظر گرفته می‌شود. همچنین فاکتور توجه پیچیده در شرایط ایستگاه کاری ایستاده، به دلیل انحراف توجه کاربر از وظایف اصلی به سمت پایش موقعیت خود کاهش می‌یابد [۲۵].

انقباض عروق، اختلال در خون‌رسانی و احساس خستگی، ازجمله علائمی هستند که در مدت ۳ دقیقه پس از اجرای فعالیت، نمود می‌یابند و درنهایت نقص کارکرد شناختی را به دنبال دارند. در اجرای چنین وظایفی، پوسچرهای نشسته اولویت می‌یابند [۲۶]. نتایج حاصل از بررسی تأثیر پوسچرهای نشسته انتخابی فرد بر پاره‌ای از عملکردها به صورت کسب نمرات بالاتر در فاکتور توجه پیچیده گزارش شده است که این یافته را می‌توان به منظور اصلاح شرایط کاری در وظایفی به کار گرفت که نیازمند توجه پایدار هستند [۲۷]. گودنا و همکاران (۱۹۸۱) ضمن بررسی ارتباط پوسچرها با فرایندهای ذهنی و شناختی، تأثیر پوسچر بر ادراک دیداری و عکس‌العمل‌های ناشی از این ادراکات را بررسی کردند [۲۰]. همچنین لیپنیک و بارنی (۲۰۰۵) تأثیر پوسچرهای نشسته و ایستاده را بر رفتار حل مسئله بررسی کردند [۲۱].

طی سال‌های اخیر، مداخلات با هدف کاهش مدت‌زمان حفظ پوسچرهای نشسته انجام شده و درنتیجه پوسچرهای ایستاده اولویت یافته است [۲۸]. پیامد مداخلات مذکور، به صورت بروز کمردرد و پیدایش درد در اندام‌های فوقانی نمود یافت [۲۹]. از طرفی پوسچرهای نشسته استاندارد از طریق به حداقل رساندن چالش، وضعیت ثبات بیشتری را در ساختار اسکلتی عضلانی فراهم می‌آورد [۳۰]. یافته‌های حاصل از یک بررسی مداخله‌ای، حاکی از تأثیر پوسچرهای نشسته تصحیح‌شده بر پیشرفت عملکرد و نیز بهبود فرایند مطالعه است [۳۱]. هدف از حفظ وضعیت نشسته استاندارد، دستیابی به انحنای مناسب و طبیعی ستون فقرات در وضعیتی مشابه حالت ایستادن است؛ چرا که در برخی موارد به بهبود سازوکار شناختی در این حالت اشاره شده است. با بررسی مطالعات گذشته دریافتیم پژوهش دقیقی درباره تأثیرات حاصل از پوسچرها بر عملکرد شناختی و توجه انتخابی انجام نشده است. این مطالعه با هدف بررسی ارتباط بین پوسچرهای مختلف کاری و عملکردهای شناختی ازجمله توجه انتخابی و دقت صورت گرفت.

روش بررسی

مطالعه حاضر از نوع نیمه‌تجربی است که روی دانشجویان ۲۰ تا ۳۰ سال انجام شد. روش نمونه‌گیری به صورت غیراحتمالی ساده بوده است. حجم نمونه با توجه به جمعیت دانشجویان دانشگاه علوم بهزیستی و توانبخشی (۵۶۰ دانشجوی مرد و ۱۱۴۰ دانشجوی زن)، با در نظرگرفتن فرمول محاسبه زیر و احتمال خطای نوع اول α=۰/۰۵ و توان آزمون ۸۰ درصد، ۲۹ نفر (۲۰ نفر مرد و ۹ نفر زن) تعیین شد.

$$n=\frac{2\sigma_d^2\left(Z_{1-\alpha/2}+Z_{1-\beta}\right)^2}{\delta^2}$$

معیار ورود به مطالعه شامل مبتلانبودن به بیماری‌های قلبی عروقی، مصرف‌نکردن داروهای خواب‌آور و کافئین، نداشتن آسیب یا سابقه عمل جراحی در بخش‌های مختلف ستون فقرات، نداشتن اختلالات اسکلتی عضلانی، مبتلانبودن به اختلال کوررنگی و وجود حساسیت طبیعی نسبت به قابلیت تشخیص رنگ‌ها، برخورداری از سرعت تایپ متوسط (نداشتن مهارت ده‌انگشتی در تایپ)، راست دست بودن و داشتن سطح طبیعی استرس و اضطراب بود. پژوهش حاضر در آزمایشگاه بیومکانیک گروه ارگونومی دانشگاه علوم بهزیستی و توانبخشی انجام شد. در این مطالعه تأثیر هر یک از وضعیت‌های بدنی استاتیک نشسته و ایستاده بر عملکرد شناختی (توجه انتخابی و دقت) بررسی شد. از تمامی آزمودنی‌ها، رضایت کتبی آگاهانه گرفته شد. تمام افراد با کسب اطمینان از محفوظ ماندن اطلاعات شخصی نزد محقق، با امضاکردن رضایت نامه که در ابتدای پرسش‌نامه تحقیق آمده بود آمادگی خود را برای شرکت در این تحقیق اعلام کردند.

در این پژوهش سطح اضطراب و استرس شرکت‌کنندگان به کمک پرسش‌نامه سنجش افسردگی[1] و اضطراب بک[2] بررسی شد. برای ارزیابی ناهنجاری ستون فقرات از خط‌کش فلکسیکارو [۳۲] و به منظور ارزیابی تغییر زوایای ناحیه ستون فقرات از گونیامتر بیومتریکس استفاده شد. برای انطباق ایستگاه کاری با ابعاد انتروپومتری افراد از متر نواری، استادیومتر و کولیس و برای سنجش توجه انتخابی آزمودنی از آزمون کامپیوتری استروپ پیچیده استفاده شد. دو شرایط ایستگاه کاری نشسته استاتیک و نیز یک موقعیت ایستگاه کاری ایستاده بررسی شد که درمجموع سه ایستگاه کاری را تشکیل می‌دادند. به منظور جلوگیری از تأثیر عوامل مخدوش‌گر سروصدا یا عوامل مداخله‌گر دیگر، آزمایش در شرایط آزمایشگاهی و به دور از هرگونه صدای خارجی انجام گرفت. وظایف به صورت تصادفی[3] و در هر یک از آزمودنی‌ها، طی سه مرحله و در سه ایستگاه کاری نشسته استاندارد، نشسته انتخابی و ایستاده استاندارد صورت گرفت.

ترتیب قرارگرفتن در ایستگاه کاری به صورت تصادفی صورت می‌گرفت. پس از ارائه آموزش‌های لازم در زمینه حفظ وضعیت بدنی نشسته استاندارد و همچنین پس از تعیین متغیرهای قد و شاخص توده بدنی[4]، ابعاد آنتروپومتریک استاتیک آزمودنی سنجیده شد تا بر اساس ابعاد انتروپومتری، در هر ایستگاه به صورت استاندارد قرار گیرد. به منظور تعیین ابعاد آنتروپومتریک استاتیک نشسته، شرایطی فراهم شد که آزمودنی بتواند به صورت استاندارد و به گونه‌ایبر روی ایستگاه کاری نشسته استاندارد قرار گیرد که وضعیت بازوها به صورت عمودی و در زاویه ۹۰ درجه نسبت به ساعد قرار گیرد، همچنین ران‌ها در حالت افقی و زاویه میان زانو و مچ پا نیز ۹۰ بود. برای تعیین ابعاد آنتروپومتریک استاتیک ایستاده، فرد ایستاد و بازوها در زاویه ۹۰ درجه نسبت به ساعد قرار گرفت [۳۳]. انجام وظایف در هر یک از مراحل و آزمودنی‌ها، شامل اجرای آزمون شناختی استروپ پیچیده به مدت ۹ تا ۱۲ دقیقه و سپس تایپ متن به مدت ۵ دقیقه بود.

ریدلی[5] در سال ۱۹۳۵ به منظور سنجش توجه انتخابی و انعطاف‌پذیری شناختی آزمون کلمات رنگی استروپ را طراحی کرد [۳۴]. اعتبار این آزمون از طریق بازآزمایی دو دامنه‌ای از ۰/۸ تا ۰/۹۱ گزارش شده است [۳۵]. در نسخه کامپیوتری استفاده‌شده در این مطالعه، دو دسته کلمات متجانس[6] و نامتجانس[7] به آزمودنی‌ها ارائه شد. دسته اول شامل ۲۴۰ کلمه رنگی متجانس بود. این کلمات به همان رنگی بودند که کلمه به آن اشاره می‌کرد. دسته دوم ۲۴۰ کلمه رنگی غیرمتجانس بود که برخلاف دسته اول، کلمه و رنگ با یکدیگر همخوانی نداشت. درمجموع، ۴۸۰ کلمه رنگی متجانس و نامتجانس به صورت متوالی و تصادفی روی صفحه نمایشگر نمایش داده شد و آزمودنی فقط با تأکید بر رنگ کلمه و بدون درنظرگرفتن معانی کلمات، کلید مربوط به رنگ مشخص‌شده بر روی صفحه کلید را فشار می‌داد.

مدت‌زمانی که پس از ارائه محرک (نام کلمه)، کلید مربوطه فشرده می‌شد، بر حسب میلی‌ثانیه ثبت شد. زمان پاسخ کمتر نشان‌دهنده بهبود عملکرد فرد است [۳۶]. اختلاف میان ابعاد مربوط (رنگ کلمه) و نامربوط (نام کلمه) به محرک‌ها درآزمایش‌های نامتجانس نشان‌دهنده یک وظیفه پیچیده برای ساختار توجه انتخابی است [۳۷]. همچنین زمان واکنش به صورت مدت‌زمان تأخیر میان ارائه محرک و پاسخ فرد در نظر گرفته شد [۳۶]. نمره تداخل نیز از متوسط زمان پاسخ‌دهی به دو

1. Beck Depression Inventory questionnaire
2. Beck Anxiety Inventory questionnaire
3. Random Sampling
4. Body Mass Index
5. John Ridley Stroop
6. Congruent
7. Incongruent

دسته کلمات (کلمات متجانس و نامتجانس) به دست آمد. این مقدار کمّی، شاخصی برای ارزیابی توانایی مغز انسان در مدیریت وظایف جدید است. نمره تداخل کمتر، نشان دهنده عملکرد بهتر و دریافت پاسخ‌های نادرست کمتر از سوی آزمودنی‌هاست [۳۸].

پس از این آزمون، عملکرد تایپ متن ساده بدین صورت اجرا شد که آزمودنی، متن مدنظر را در نرم‌افزار ورد تایپ کرد. تعداد کلمات تایپ‌شده نمایانگر سرعت فرد و اشتباهات تایپی موجود و همچنین علائم نگارشی و نقطه‌گذاری یا جابه‌جا شدن و چرخش کلمات به عنوان شاخصی برای سنجش میزان دقت و توجه آزمودنی در نظر گرفته شد [۳۹]. به منظور بررسی تأثیر هر یک از پوسچرها بر متغیرهای وابسته (زمان واکنش، توجه انتخابی و عملکرد اجرایی) از آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر[8] و به منظور تجزیه‌وتحلیل تعقیبی، از آزمون تی تست زوجی استفاده شد. سطح معنی‌داری ۰/۰۵ برای تجزیه‌وتحلیل در نظر گرفته شد و داده‌ها با کمک نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۹ تجزیه‌وتحلیل شد.

یافته‌ها

نتایج زمان واکنش به محرک‌های همخوان نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار بین سه پوسچر بررسی‌شده بود (P=۰/۰۰۱ و F(۲، ۶۰)=۱۸/۷۷). با توجه به معناداربودن اختلاف مدت‌زمان واکنش در میان سه ایستگاه کاری مختلف و به منظور بررسی دقیق‌تر این اختلاف، از آزمون تی زوجی استفاده شد. نتایج گویای اختلاف مدت‌زمان واکنش در میان دو وضعیت بدنی نشسته انتخابی و نشسته استاندارد (P=۰/۰۰۱)، نشسته انتخابی و ایستاده (P=۰/۰۴۳) و نشسته استاندارد و ایستاده استاندارد (P=۰/۰۰۱) است.

با مقایسه مقادیر مربوط به میانگین مدت‌زمان واکنش برای محرک‌های همخوان در هر یک از وضعیت‌های بدنی، واضح است که در وضعیت بدنی نشسته استاندارد، مدت‌زمان واکنش (M=۶۲۸/۶۷ms)، در وضعیت نشسته انتخابی (M=۶۸۹/۴۱ms) و در وضعیت ایستاده استاندارد (M=۶۷۵/۱۶ms) است. بنابراین کوتاه‌ترین مدت‌زمان واکنش در شرایط نشسته استاندارد در نظر گرفته شده است و بهبود عملکرد توجه انتخابی را می‌توان در این حالت مشاهده کرد.

همچنین در میان ایستگاه‌های کاری، از نظر مدت‌زمان واکنش به محرک‌های ناهمخوان اختلاف وجود دارد (P=۰/۰۰۱ و F(۲، ۶۰)=۱۳/۵۰). نتایج حاصل از تجزیه‌وتحلیل دقیق‌تر، نشان‌دهنده وجود اختلاف در مدت‌زمان واکنش به این محرک در وضعیت بدنی نشسته انتخابی و نشسته استاندارد (P=۰/۰۰۱) و نشسته استاندارد و ایستاده استاندارد است (P=۰/۰۰۱). از طریق مقایسه مقادیر میانگین مدت‌زمان واکنش به محرک‌های ناهمخوان، کوتاه‌تربودن این زمان در وضعیت نشسته استاندارد واضح است. بنابراین با درنظرداشتن توضیحات ارائه‌شده، بهبود عملکرد توجه انتخابی در حالت نشسته استاندارد قابل استنباط است (M=۶۸۰/۸۳ms). نمره تداخل نیز عملکردهای اجرایی افراد را تعیین می‌کند که این مقدار می‌تواند طیفی از اعداد صحیح مثبت و منفی باشد. بدین ترتیب، مقادیر منفی حاکی از بهبود عملکرد و مقادیر مثبت، بیانگر افت عملکرد آزمودنی است.

باتوجه به نتایج ارائه‌شده در جدول شماره ۱، می‌توان دریافت که نمره تداخل در ایستگاه‌های کاری مختلف، اختلاف قابل توجهی دارد (P=۰/۰۰۴) و F(۲،۶۰)=۵/۹۵. نتایج حاصل از تجزیه‌وتحلیل

8. ANOVA with repeated measure

جدول ۱. مقایسه پوسچرها بر اساس نتایج عوامل توجه انتخابی و زمان واکنش

متغیر	P*	F	نشسته و ایستاده انتخابی	نشسته انتخابی و نشسته استاندارد	نشسته و ایستاده استاندارد
زمان واکنش به محرک‌های همخوان	۰/۰۰۱	F(۶۰،۲)=۱۸/۷۷	۰/۰۴۳	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱
زمان واکنش به محرک‌های ناهمخوان	۰/۰۰۱	F(۶۰،۲)=۱۳/۵۰		۰/۰۰۱	۰/۰۰۱
نمره تداخل	۰/۰۰۴	F(۶۰،۲)=۵/۹۵		۰/۰۰۴	۰/۰۰۷

توانبخشی

جدول ۲. مقایسه پوسچرهای مختلف نشسته انتخابی، نشسته استاندارد و ایستاده استاندارد بر اساس عملکرد دقت

متغیر	P*	F	نشسته انتخابی و ایستاده	نشسته انتخابی و نشسته استاندارد	ایستاده و نشسته استاندارد
تعداد کلمات تایپ شده	۰/۱۹۳	F(۶۰،۲)=۱/۶۹			
تعداد اشتباهات تایپی*	۰/۰۰۱	F(۶۰،۲)=۲۶/۲		۰/۰۰۱	۰/۰۰۱

توانبخشی

تعقیبی نشان داد این تفاوت در میان وضعیت‌های بدنی (نشسته انتخابی و نشسته استاندارد) (P=۰/۰۰۴)، (نشسته استاندارد و ایستاده استاندارد) (P=۰/۰۰۷) نیز وجود دارد. با مقایسه میانگین نمرات تداخل در شرایط ایستگاه‌های کاری می‌توان دریافت میانگین نمره تداخل در وضعیت نشسته استاندارد کمتر است (M=-۱/۱۶). بنابراین بهبود عملکرد اجرایی در این وضعیت امری بدیهی است و فرد در این وضعیت بدنی، نمره تداخل بهتری را کسب می‌کند و درنتیجه عملکرد بهتری دارد.

بر اساس توضیحات ارائه‌شده، تعداد اشتباهات نگارشی و تایپی و چرخش کلمات در مدت‌زمان مشخص، دقت فرد را تعیین می‌کند. در این تحقیق، تعداد اشتباهات تایپی و چرخش کلمات در مدت‌زمان ۵ دقیقه درنظرگرفته شد. طبق نتایج جدول شماره ۲، در میان سه پوسچر بررسی‌شده اختلاف وجود دارد (P=۰/۰۰۱ و F(۲، ۶۰)=۲۶/۲). این اختلاف در وضعیت‌های نشسته انتخابی و نشسته استاندارد (P=۰/۰۰۱) و نشسته استاندارد و ایستاده استاندارد (P=۰/۰۰۱) نیز مشاهده شد. با مقایسه مقادیر میانگین، کاهش متوسط تعداد اشتباهات تایپی و خطاهای نگارشی در شرایط وضعیت بدنی نشسته استاندارد نسبت به وضعیت‌های دیگر به‌وضوح مشاهده می‌شود (M=۱/۵۸).

بحث

هدف از مطالعه حاضر بررسی تأثیر سه پوسچر نشسته استاندارد، نشسته انتخابی و ایستاده، بر عملکرد شناختی بوده است. نتایج نشان داد عملکرد شناختی تحت تأثیر این سه پوسچر قرار می‌گیرد؛ به‌طوری‌که در وضعیت نشسته استاندارد، عملکرد شناختی بهتری مشاهده شد و مدت‌زمان واکنش به محرک‌های همخوان و ناهمخوان در این پوسچر کاهش معنی‌داری داشت که به معنای پیشرفت عملکرد شناختی توجه انتخابی است. در واقع، بروز تغییرات در زمان واکنش به محرک‌های مختلف همخوان یا ناهمخوان، تعیین‌کننده عملکرد افراد است و با کارکرد حافظه ارتباط دارد [۲۷]. همچنین میان وضعیت‌های بدنی نشسته انتخابی و نشسته استاندارد و همچنین پوسچر نشسته استاندارد و ایستاده اختلاف معناداری وجود داشت و عامل توجه انتخابی در وضعیت نشسته استاندارد پیشرفت داشت.

نتایج مذکور با یافته‌های مطالعات آندرسون، لارسون و آنتونی مارچ [۲۷، ۴۰، ۴۱] مطابقت دارد. همچنین با نتایج مطالعات هانلی آندرسون، کارولین گروسینت و مارک ایزیپ [۴۲-۴۴] مبنی بر بهبود عملکردهای شناختی در وضعیت بدنی ایستاده نسبت به حالت نشسته همسو نیست؛ چرا که افزایش مدت‌زمان ایستادن در شرایط اجرای وظایف شناختی، احتمال بروز خستگی را افزایش می‌دهد و این عامل موجب افزایش زمان واکنش به محرک‌ها و درنتیجه افت توجه انتخابی خواهد شد [۴۵]. با توجه به شرایط اجرای آزمون، متفاوت‌بودن برنامه اجرای آزمون‌ها [۴۲] و ابزار متفاوت ارزیابی عملکرد افراد از طریق خود اظهاری می‌تواند در کسب نتایج تأثیرگذار و از علل تفاوت در نتایج مطالعات باشد [۴۳]. ارائه نسخه کامپیوتری محرک‌ها، مقیاس دقیق‌تری از زمان واکنش و متغیرهای دیگر را نشان می‌دهد. بنابراین استفاده از ابزار کاری متفاوت می‌تواند موجب کسب یافته‌های متفاوت شود [۴۴]. کوهن[9] دریافت که اختلاف نمره تداخل، سطح توانایی یا ناتوانی افراد را در پاسخ صحیح به محرک‌ها نشان می‌دهد [۴۶]. نمره تداخل از طریق تفاضل میان زمان واکنش کلمات ناهمخوان و کلمات همخوان محاسبه می‌شود. بنابراین کاهش نمره تداخل نشان‌دهنده بهبود عملکرد و افزایش نمره تداخل بیانگر کاهش عملکرد افراد است [۴۷].

نتایج حاصل از مطالعه حاضر نشان داد میان پوسچرهای نشسته انتخابی و نشسته استاندارد و پوسچرهای نشسته استاندارد و ایستاده تفاوت وجود دارد. پیشرفت عملکرد شناختی توجه انتخابی در وضعیت نشسته استاندارد مشاهده شد. این یافته با نتایج حاصل از مطالعه جی آندرسون مطابقت داشت [۴۸] و با نتایج مطالعات برنارد شوآرتز و تاکیشی ابارا [۴۹، ۵۰] ناهمخوان بود. کافی‌نبودن حجم نمونه مطالعه‌شده و استفاده از آزمون شنیداری سنجش عملکرد شناختی[10] می‌تواند از دلایل این تفاوت‌ها باشد. همچنین عملکرد تایپ، مستلزم حرکت و درگیرشدن دست و انگشتان است. مطالعات متعدد، کاهش سرعت انجام فعالیت و پیدایش اشتباهات تایپی و خطای بیشتر را در وضعیت ایستاده تأیید می‌کنند [۵۱، ۵۲].

بررسی‌های متعدد حاکی از تأثیر وضعیت‌های بدنی متفاوت بر عملکرد تایپ و پیدایش خطاهای تایپی بیشتر است [۵۲-۵۴]. کاهش سرعت و همچنین اختلال در مهارت استفاده از موس، در وضعیت ایستاده بیشتر از حالت نشسته است [۳۹]. در بررسی حاضر، میان وضعیت‌های بدنی نشسته انتخابی و نشسته استاندارد و همچنین وضعیت‌های بدنی ایستاده و نشسته استاندارد اختلاف معناداری وجود داشت. در وضعیت نشسته استاندارد، کاهش اشتباهات تایپی و درنتیجه بهبود عملکرد و افزایش دقت مشاهده شد.

یافته مذکور با نتایج حاصل از مطالعات دیانا کامیشر و وارن تامسون [۳۹، ۵۲] همسو است و با نتایج مطالعه کریستینا لاینگر همسو نیست [۴۸]. دلیل این عدم تطابق می‌تواند استفاده از ابزار متفاوت باشد. در این آزمون شرایطی فراهم شده است که شرکت‌کنندگان بدون استفاده از حرکات مچ دست و بازو و در سه بازه زمانی ۱۰ ثانیه‌ای و از طریق صفحه کلید حساس به لمس، کلمات را تایپ کنند.

به‌طورکلی در افراد مختلف و با توجه به نتایج حاصل از

9. Cohen
10. Paced Auditory Serial Addition

مطالعات متعدد، کوتاه‌تربودن زمان آزمایش برای پاسخ به محرک‌های همخوان نسبت به زمان آزمایش برای پاسخ به محرک‌های ناهمخوان، امری بدیهی به نظر می‌رسد. زمان پاسخ به محرک‌های همخوان با توجه به اصل سادگی تکلیف شناختی، کوتاه‌تر از زمان پاسخ به محرک‌های ناهمخوان است [۵۵].

این نکته با نتایج حاصل از مطالعه حاضر مطابقت دارد. نکته حائز اهمیت، تفاوت عامل زمان آزمایش برای محرک‌های همخوان و ناهمخوان در وضعیت‌های بدنی مختلف است که در این مورد اختلاف چشمگیری در عملکرد افراد مشاهده نشد. این یافته با نتایج مطالعات اباراء هاسمن، بریدجت و ماتیو [۲۵، ۵۰، ۵۶] مطابقت دارد. همچنین با نتایج مطالعات هانلی آندرسون و نرهود تامسون [۴۲] همخوانی ندارد. دلیل این عدم تطابق می‌تواند کنترل‌نشدن عوامل مخدوش‌کننده (اجرا در شرایط آزمایشگاهی) باشد که در مطالعه حاضر، کنترل‌های لازم صورت گرفت.

برخی مطالعات بر پیدایش احساس خستگی و درنتیجه نقص کارکردهای شناختی در وضعیت ایستاده مبتنی هستند. برخی نیز بر افزایش تحریکات فیزیولوژیک و درنتیجه پیشرفت عملکردهای شناختی در وضعیت ایستاده نسبت به حالت نشسته مبتنی هستند [۴۵]. بررسی دقیق‌تر این مطالعات، رعایت‌نشدن معیارهای ورود به مطالعه را نشان می‌دهد و درنتیجه احتمال بروز خدشه در نتایج واضح است. نتایج حاصل از مطالعه حاضر با نتایج حاصل از بررسی عملکردهای شناختی در ایستگاه‌های کاری نشسته و ایستاده دینامیک مطابقت دارد. با وجود شرایط متفاوت در شیوه اجرای آزمون و امکانات و ابزار استفاده‌شده در این دسته از متغیرهای شناختی، در این مطالعات نیز تغییر چشمگیری مشاهده نشده است [۵۷].

در زمینه محدودیت‌های مطالعه در این بررسی، می‌توان به شایع‌بودن اختلالات اسکلتی عضلانی در میان جمعیت بررسی‌شده اشاره کرد. مطالعه حاضر بر تأثیر پوسچرهای استاتیک نشسته و ایستاده بر پاره‌ای از عملکردهای شناختی تمرکز کرده است. پیشنهاد می‌شود تأثیر ایستگاه‌های کاری دینامیک بر جوانب وسیع‌تری از این عملکردها بررسی و تأثیر هر یک از پوسچرها ارزیابی شود.

نتیجه‌گیری

نتایج این مطالعه بیانگر متأثربودن عملکرد شناختی توجه انتخابی و دقت فرد از پوسچرهای کاری است. با مقایسه پوسچرهای مختلف، عملکرد در وضعیت نشسته استاندارد بهبود یافت.

تشکر و قدردانی

مقاله حاضر از پایان‌نامه مقطع کارشناسی ارشد خانم شراره محمدی در گروه ارگونومی دانشگاه علوم بهزیستی و توانبخشی تهران گرفته شده است.

References

[1] Yektaee T, Tabatabaee Ghomshe F, Piri L. [The effect of ergonomic principles education on musculoskeletal disorders among computer users (Persian)]. Archives of Rehabilitation. 2013; 13(4):108-16.

[2] Endo K, Suzuki H, Nishimura H, Tanaka H, Shishido T, Yamamoto K. Sagittal lumbar and pelvic alignment in the standing and sitting positions. Journal of Orthopaedic Science. 2012; 17(6):682–6. doi: 10.1007/s00776-012-0281-1

[3] Videman T, Nurminen M, Troup JDG. Lumbar spinal pathology in cadaveric material in relation to history of back pain, occupation, and physical loading. Spine. 1990; 15(8):728–40. doi: 10.1097/00007632-199008000-00002

[4] Malepe MM, Goon DT, Anyanwu FC. The relationship between postural deviations and body mass index among university students. Biomedical Research. 2015; 26(3):437-42.

[5] Castanharo R, Duarte M, McGill S. Corrective sitting strategies: An examination of muscle activity and spine loading. Journal of Electromyography and Kinesiology. 2014; 24(1):114–9. doi: 10.1016/j.jelekin.2013.11.001

[6] Silva AG, Punt TD, Sharples P, Vilas Boas JP, Johnson MI. Head posture and neck pain of chronic nontraumatic origin: A comparison between patients and pain free persons. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation. 2009; 90(4):669–74. doi: 10.1016/j.apmr.2008.10.018

[7] Claeys K, Brumagne S, Deklerck J, Vanderhaeghen J, Dankaerts W. Sagittal evaluation of usual standing and sitting spinal posture. Journal of Bodywork and Movement Therapies. 2016; 20(2):326–33. doi: 10.1016/j.jbmt.2015.10.002

[8] Marshall PWM, Patel H, Callaghan JP. Gluteus medius strength, endurance, and coactivation in the development of low back pain during prolonged standing. Human Movement Science. 2011; 30(1):63–73. doi: 10.1016/j.humov.2010.08.017

[9] Mo'tamed Zadeh M, Shafiei Motlagh M, Darvishi E. [Ergonomics intervention in unit blast furnace of a typical steel company (Persian)]. Archives of Rehabilitation. 2013; 14(3):80-7.

[10] Murata J, Murata S, Horie J, Ohtao H, Miyazaki J. Relationship between orthostatic blood pressure changes and postural sway when standing up from a chair in older adult females. International Journal of Gerontology. 2012; 6(3):182–6. doi: 10.1016/j.ijge.2012.01.011

[11] Antle DM, Côté JN. Relationships between lower limb and trunk discomfort and vascular, muscular and kinetic outcomes during stationary standing work. Gait & Posture. 2013; 37(4):615–9. Doi: 10.1016/j.gaitpost.2012.10.004

[12] Novak D, Mihelj M, Munih M. Psychophysiological responses to different levels of cognitive and physical workload in haptic interaction. Robotica. 2010; 29(3):367–74. doi: 10.1017/s0263574710000184

[13] Sharif Nia SH, Hagh Doust AA, Haji Hosseini F, Hojjati H, Javan Amoli M. [Effect of occupational and psychological factors in back pain nurses in Amol City (Persian)]. Archives of Rehabilitation. 2012; 12(4):93-101.

[14] DiDomenico A, Nussbaum MA. Effects of different physical workload parameters on mental workload and performance. International Journal of Industrial Ergonomics. 2011; 41(3):255–60. doi: 10.1016/j.ergon.2011.01.008

[15] Claus AP, Hides JA, Moseley GL, Hodges PW. Different ways to balance the spine. Spine. 2009; 34(6):208–14. doi: 10.1097/brs.0b013e3181908ead

[16] Lajoie Y, Teasdale N, Bard C, Fleury M. Attentional demands for static and dynamic equilibrium. Experimental Brain Research. 1993; 97(1). doi: 10.1007/bf00228824

[17] Ando S, Kokubu M, Yamada Y, Kimura M. Does cerebral oxygenation affect cognitive function during exercise. European Journal of Applied Physiology. 2011; 111(9):1973–82. doi: 10.1007/s00421-011-1827-1

[18] Fitzsimmons PT, Maher JP, Doerksen SE, Elavsky S, Rebar AL, Conroy DE. A daily process analysis of physical activity, sedentary behavior, and perceived cognitive abilities. Psychology of Sport and Exercise. 2014; 15(5):498–504. doi: 10.1016/j.psychsport.2014.04.008

[19] Neupert SD, Almeida DM, Mroczek DK, Spiro A. Daily stressors and memory failures in a naturalistic setting: Findings from the va normative aging study. Psychology and Aging. 2006; 21(2):424–9. doi: 10.1037/0882-7974.21.2.424

[20] Goodenough DR, Oltman PK, Sigman E, Cox PW. The rod-and frame illusion in erect and supine observers. Perception & Psychophysics. 1981; 29(4):365–70. doi: 10.3758/bf03207346

[21] Lipnicki DM, Byrne DG. Thinking on your back: Solving anagrams faster when supine than when standing. Cognitive Brain Research. 2005; 24(3):719–22. doi: 10.1016/j.cogbrainres.2005.03.003

[22] Bantoft C, Summers MJ, Tranent PJ, Palmer MA, Cooley PD, Pedersen SJ. Effect of standing or walking at a workstation on cognitive function. Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society. 2015; 58(1):140–9. doi: 10.1177/0018720815605446

[23] Colcombe SJ, Erickson KI, Scalf PE, Kim JS, Prakash R, McAuley E, et al. Aerobic exercise training increases brain volume in aging humans. The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences. 2006; 61(11):1166–70. doi: 10.1093/gerona/61.11.1166

[24] Barella LA, Etnier JL, Chang YK. The immediate and delayed effects of an acute bout of exercise on cognitive performance of healthy older adults. Journal of Aging and Physical Activity. 2010; 18(1):87–98. doi: 10.1123/japa.18.1.87

[25] Russell BA, Summers MJ, Tranent PJ, Palmer MA, Cooley PD, Pedersen SJ. A randomised control trial of the cognitive effects of working in a seated as opposed to a standing position in office workers. Ergonomics. 2015; 59(6):737–44. doi: 10.1080/00140139.2015.1094579

[26] Naccarato M, Leviner S, Proehl CJ, Cen C, Barnason FS, Brim C, et al.. Clinical practice guideline: Orthostatic vital signs. Illinois: Emergency Nurses Association; 2011.

[27] MC S. Assessing the effect of self positioning on cognitive executive function. Journal of Ergonomics. 2012; 2(4). doi: 10.4172/2165-7556.1000110

[28] Healy GN, Matthews CE, Dunstan DW, Winkler EAH, Owen N. Sedentary time and cardio-metabolic biomarkers in US adults: NHANES 2003–06. European Heart Journal. 2011; 32(5):590–7. doi: 10.1093/eurheartj/ehq451

[29] Gallagher KM, Campbell T, Callaghan JP. The influence of a seated break on prolonged standing induced low back pain development. Ergonomics. 2014; 57(4):555–62. doi: 10.1080/00140139.2014.893027

[30] Straker L, Mathiassen SE. Increased physical work loads in modern work: A necessity for better health and performance. Ergonomics. 2009; 52(10):1215–25. doi: 10.1080/00140130903039101

[31] Haynes S, Williams K. Impact of seating posture on user comfort and typing performance for people with chronic low back pain. International Journal of Industrial Ergonomics. 2008; 38(1):35–46. doi: 10.1016/j.ergon.2007.08.003

[32] Khalkhali M, Parnianpour M, Karimi H, Mobini B, Kazemnejhad A. The validity and reliability of measurement of thoracic kyphosis using flexible ruler in postural hyper-kyphotic patients. Journal of Biomechanics. 2006; 39:S541. doi: 10.1016/s0021-9290(06)85226-7

[33] Pheasant S, Haslegrave CM. Bodyspace: Anthropometry, ergonomics and the design of work. Florida: CRC Press; 2016.

[34] Stroop JR. Studies of interference in serial verbal reactions. Journal of Experimental Psychology. 1935; 18(6):643–62. doi: 10.1037/h0054651

[35] Lezak MD. Neuropsychological assessment. Oxford: Oxford University Press; 2004.

[36] Van Boxtel MPJ, Ten Tusscher MPM, Metsemakers JFM, Willems B, Jolles J. Visual determinants of reduced performance on the stroop color word test in normal aging individuals. Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology. 2001; 23(5):620–7. doi: 10.1076/jcen.23.5.620.1245

[37] Joseph JS, Chun MM, Nakayama K. Attentional requirements in a "preattentive" feature search task. Nature. 1997; 387(6635):805–7. doi: 10.1038/42940

[38] Sørensen L, Plessen KJ, Adolfsdottir S, Lundervold AJ. The specificity of the Stroop interference score of errors to ADHD in boys. Child Neuropsychology. 2013; 20(6):677–91. doi: 10.1080/09297049.2013.855716

[39] Commissaris DACM, Könemann R, Hiemstra van Mastrigt S, Burford EM, Botter J, Douwes M, et al. Effects of a standing and three dynamic workstations on computer task performance and cognitive function tests. Applied Ergonomics. 2014; 45(6):1570–8. doi: 10.1016/j.apergo.2014.05.003

[40] Larson MJ, LeCheminant JD, Hill K, Carbine K, Masterson T, Christenson E. Cognitive and typing outcomes measured simultaneously with slow treadmill walking or sitting: Implications for treadmill desks. PLOS ONE. 2015; 10(4):e0121309. doi: 10.1371/journal.pone.0121309

[41] Marsh AP, Geel SE. The effect of age on the attentional demands of postural control. Gait & Posture. 2000; 12(2):105–13. doi: 10.1016/s0966-6362(00)00074-6

[42] Anderson Hanley C, Arciero PJ, Westen SC, Nimon J, Zimmerman E. Neuropsychological benefits of stationary bike exercise and a cybercycle exergame for older adults with diabetes: An exploratory analysis. Journal of Diabetes Science and Technology. 2012; 6(4):849–57. doi: 10.1177/193229681200600416

[43] Grunseit AC, Chau JYY, Van der Ploeg HP, Bauman A. Thinking on your feet: A qualitative evaluation of sit stand desks in an Australian workplace. BMC Public Health. 2013; 13(1). doi: 10.1186/1471-2458-13-365

[44] Isip MI. Effect of a standing body position during college students' exam. Industrial Engineering & Management Systems. 2014; 13(2):185-92.

[45] Caldwell JA, Prazinko B, Caldwell JL. Body posture affects electroencephalographic activity and psychomotor vigilance task performance in sleep deprived subjects. Clinical Neurophysiology. 2003; 114(1):23–31. doi: 10.1016/s1388-2457(02)00283-3

[46] Cohen JD, Barch DM, Carter C, Servan Schreiber D. Context-processing deficits in schizophrenia: Converging evidence from three theoretically motivated cognitive tasks. Journal of Abnormal Psychology. 1999; 108(1):120–33. doi: 10.1037/0021-843x.108.1.120

[47] Egeland J, Langfjæran T. Differentiating malingering from genuine cognitive dysfunction using the trail making test ratio and stroop interference scores. Applied Neuropsychology. 2007; 14(2):113–9. doi: 10.1080/09084280701319953

[48] Andersen KJ. Are you sitting down? Towards cognitive performance informed design. ECS Tech Report. 2012; 340535:1-3.

[49] Schwartz B. Cognitive and biomechanical effects of postural changes in office environments. Karlsruhe: Upper Austria University of Applied Sciences; 2015.

[50] Ebara T, Kubo T, Inoue T, Murasaki GI, Takeyama H, Sato T, et al. Effects of adjustable sit-stand VDT workstations on workers' musculoskeletal discomfort, alertness and performance. Industrial health. 2008; 46(5):497-505. doi: 10.2486/indhealth.46.497

[51] Ohlinger CM, Horn TS, Berg WP, Cox RH. The effect of active workstation use on measures of cognition, attention, and motor skill. Journal of Physical Activity and Health. 2011; 8(1):119-25. doi: 10.1123/jpah.8.1.119

[52] Thompson WG, Levine JA. Productivity of transcriptionists using a treadmill desk. Work. 2011; 40(4):473-7. doi: 10.3233/WOR-2011-1258

[53] Funk RE, Taylor ML, Creekmur CC, Ohlinger CM, Cox RH, Berg WP. Effect of walking speed on typing performance using an active workstation. Perceptual and Motor Skills. 2012; 115(1):309–18. doi: 10.2466/06.23.26.pms.115.4.309-318

[54] Straker L, Levine J, Campbell A. The effects of walking and cycling computer workstations on keyboard and mouse performance. Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society. 2009; 51(6):831–44. doi: 10.1177/0018720810362079

[55] Eidels A, Townsend JT, Algom D. Comparing perception of Stroop stimuli in focused versus divided attention paradigms: Evidence for dramatic processing differences. Cognition. 2010; 114(2):129–50. doi: 10.1016/j.cognition.2009.08.008

[56] Husemann B, Von Mach CY, Borsotto D, Zepf KI, Scharnbacher J. Comparisons of musculoskeletal complaints and data entry between a sitting and a sit stand workstation paradigm. Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society. 2009; 51(3):310–20. doi: 10.1177/0018720809338173

[57] John D, Bassett D, Thompson D, Fairbrother J, Baldwin D. Effect of using a treadmill workstation on performance of simulated office work tasks. Journal of Physical Activity and Health. 2009; 6(5):617–24. doi: 10.1123/jpah.6.5.617