

بررسی تغییرات شتاب ارتعاش تمام بدن در یک محیط شبیه سازی شده بر زمان پاسخ دهی و عملکرد ذهنی افراد

آتنا رفیعی پور^۱ - پروین نصیری^۲ - امید گیاهی^۲ - محمد رضا منظم اسماعیل پور^۲ - ابوالفضل ذاکریان^۴ - فاروق محمدیان^{۳*}
f.mohammadian@sbm.ac.ir

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۷/۱۰

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۱۰/۱۹

مکیده

مقدمه: مواجهه با ارتعاش به عنوان یکی از پیامدهای صدای صنعتی و یا استفاده از وسایل مولد ارتعاش می تواند باعث عدم آسایش، کاهش کارایی و سطح ایمنی در محیط های کاری شود. از این رو در مطالعه حاضر به بررسی تأثیر ارتعاش تمام بدن بر عملکرد ذهنی و زمان پاسخ دهی افراد پرداخته شد.

روش کار: در پژوهش حاضر ۴۰ نفر از دانش جویان پسر دانش گاه علوم پزشکی تهران به طور تصادفی انتخاب شده و به دو گروه ۲۰ نفره تقسیم شدند. هر گروه در یکی از دو آزمون پورد پگ بورد و محاسبات ریاضی شرکت داده شدند. هر یک از افراد نمونه در هر مرحله از آزمون با ارتعاش تمام بدن در دو شتاب $0.8m/s^2$ و $1.1m/s^2$ و نیز یک حالت شاهد شامل وضعیت بدون ارتعاش مواجهه داده شدند و زمان پاسخ دهی و عملکرد ذهنی آن ها مورد بررسی قرار گرفت.

یافته ها: در مطالعه حاضر میانگین زمان پاسخ دهی به آزمون دستی پورد پگ بورد در شتاب ارتعاشی $0.8 m/s^2$ و 1.1 با یک روند کاهشی به ترتیب معادل $197/65 \pm 2/7$ ، $176/31 \pm 3/58$ و $177/58 \pm 2/92$ به دست آمد که باعث کاهش معنادار در صحت انجام آزمون می شود. هم چنین نتایج نشان داد که ارتعاش تمام بدن بر کارایی ذهنی در حد سطحی تأثیر گذار نیست اما در سطوح میانی و عمقی این تفاوت به لحاظ آماری معنادار می باشد ($p < 0.001$).

نتیجه گیری: بر اساس نتایج به دست آمده ارتعاش تمام بدن یک عامل موثر بر زمان پاسخ دهی و عملکرد ذهنی افراد می باشد که می تواند منجر به کاهش در صحت انجام کار شود.

کلمات کلیدی: ارتعاش تمام بدن، آزمون پورد پگ بورد، آزمون محاسبات ریاضی، زمان پاسخ دهی، عملکرد ذهنی

۱- کارشناس ارشد، گروه مهندسی بهداشت حرفه ای، کمیته تحقیقات دانشجویی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران
۲- استاد، گروه مهندسی بهداشت حرفه ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران
۳- دانشیار، مرکز تحقیقات بهداشت محیط کردستان، دانشگاه علوم پزشکی کردستان، سنندج، ایران
۴- دانشیار، گروه مهندسی بهداشت حرفه ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران

مقدمه

ارتعاش شکلی از امواج مکانیکی است که در محیط های جامد ایجاد می شود (۱) و یک مبحث مهم در علوم مهندسی محسوب می گردد که با گسترش صنایع و وسایل نقلیه، اهمیت بیش تری پیدا کرده است (۲، ۳). ارتعاش با انتقال به بدن می تواند منجر به بروز عوارضی هم چون افزایش ضربان قلب و فشار خون، اختلالات اسکلتی-عضلانی، مشکلات گوارشی، واکنش های مغزی و اثر بر روی دستگاه تناسلی و شنوایی افراد و سایر اندام های بدن با توجه به فرکانس ارتعاشی شود (۱، ۲، ۴-۶). اثر استرس های ارتعاشی محیط کار بر توانایی های انسان در مطالعات مختلف مورد بررسی قرار گرفته است که از آن میان می توان به تحقیقات صورت گرفته در زمینه نقش ارتعاش بر عملکرد ذهنی و روانی (۴، ۷، ۸)، تغییر در پارامترهای فیزیولوژیکی (۱، ۷، ۹، ۱۰) و کاهش دقت و افزایش خطا (۱۱-۱۳) اشاره کرد. انسان یک سیستم مکانیکی پیچیده است که خصوصیات مکانیکی، بیولوژیکی و ذهنی آن به شدت تحت تأثیر تغییرات محیطی است (۲)، به طوری که در برخی از مطالعات اشاره شده است که افراد در یک محیط مرتعش بارکاری بیش تری را تجربه می کنند (۱۴). بر همین اساس، استاندارد ISO-2631 (۱۹۸۵) و سازمان های ACGIH و کمیته فنی بهداشت حرفه ای ایران، استاندارد مواجهه با ارتعاش تمام بدن برای مدت زمان حداکثر یک دقیقه در سه دامنه شتاب ارتعاشی معادل 0.9 m/s^2 ، $2/8$ و $5/6$ را به ترتیب بیان گر مرز افت راحتی یا کاهش آسایش، مرز کاهش مهارت و خستگی و حداکثر مقدار مجاز مواجهه گزارش کرده است (۱۵). در یک مطالعه بر روی رانندگان وسایل سنگین نیز به ارتباط میان

افت راحتی و بروز خستگی در نتیجه مواجهه با ارتعاش اشاره شده است (۱۶). البته باید توجه داشت که دست یابی به داده های قابل اطمینان در زمینه تأثیر نیروهای مکانیکی بر عملکرد افراد در وظایف گوناگون و پاسخ های ذهنی آن ها بسیار مشکل است زیرا پردازش ذهنی افراد با خصوصیات دموگرافیک، فیزیکی و رفتاری آن ها به شدت تغییر می کند (۲). Katu و همکارانش در مطالعه خود نشان دادند که زنان در مقایسه با مردان حساسیت بیش تری را به ارتعاشات عمودی با فرکانس های بالاتر از ۱۰ هرتز نشان می دهند (۲).

پردازش ذهنی اطلاعات را میزان معنی داری ارتباط با محیط های پیرامون تعریف می کنند. پردازش ذهنی به سه دسته سطحی، میانی و عمقی تقسیم می شود که بیان گر یادآوری ذهنی محرک ها به عنوان تابعی از عمق پردازش ذهنی است. در سطح پردازش عمقی با ایجاد یک رابطه معنایی برای اطلاعات ورودی، حافظه پیچیده تر، طولانی تر و قوی تری نسبت به سطوح پایین تر پردازش ایجاد می شود. در مقابل پردازش سطحی به پردازش ظاهری اطلاعات منجر می شود که به سرعت دچار نقصان می شود و حافظه ضعیف تری را ایجاد می کند (۱۷، ۱۸). از همین رو با بررسی مدل پردازش ذهنی می توان به درک عمیق تری از انگیزه ها و فرآیندهای فکری و فلسفی افراد نسبت به عملکرد نظام های اطلاعاتی دست پیدا کرد (۱۹).

فرآیندهایی که به پردازش ابتدایی اطلاعات توسط سیستم اعصاب مرکزی نیاز دارند، مانند زمان واکنش و الگوهای شناختی نسبت به نوسانات ارتعاشی بسیار حساس هستند و مطالعات نشان می دهد که ارتعاش در محدوده فرکانسی $3/5$ تا 6 هرتز می تواند تأثیر قابل ملاحظه ای بر فرآیندهای ذهنی

روش کار

تحقیق حاضر یک مطالعه مداخله ای نیمه تجربی بود که در یک محیط شبیه سازی شده در آزمایش گاه و در میان ۴۰ نفر از دانش جویان مشغول به تحصیل در دانش گاه علوم پزشکی تهران انجام شد. افراد مورد مطالعه به طور تصادفی از میان جامعه در دسترس و بر اساس انحراف معیار $2/07$ به دست آمده از مطالعات قبلی در سطح معنی داری $\alpha=0/05$ ، توان آزمودنی $\beta=80\%$ و اندازه نمونه $D=1/35$ انتخاب شدند. معیارهای ورود به مطالعه نیز داشتن جنسیت مذکر، قرار گرفتن در محدوده سنی ۲۰ تا ۳۰ سال، عدم سابقه ابتلا به مشکلات شنوایی، بینایی و یا اختلال در خواب و پر کردن فرم رضایت آگاهانه بود.

به منظور بررسی عملکرد ذهنی افراد در مواجهه با ارتعاش، از صندلی پژو ۴۰۵ با قابلیت تنظیم زاویه پشتی در یک اتاق به ابعاد $2/8 \times 2/5 \times 3/8$ متر و فاقد پنجره استفاده گردید. امواج سینوسی ارتعاش در مطالعه حاضر با توجه

افراد در کارهای نیازمند هوشیاری داشته باشد (۲۰). Kubo و همکارانش در یک بررسی نشان دادند که ارتعاش ۵ هرتز می تواند سبب افزایش خستگی ذهنی و فیزیکی شود (۴). خانی جزینی و همکارانش نیز در مطالعه خود به این نتیجه رسیدند که زمان عکس العمل افراد برای انجام یک آزمون کامپیوتری بصری با افزایش ارتعاش دچار کاهش می شود و هم چنین خستگی فیزیولوژیک افزایش می یابد (۲۱).

نتایج یک مطالعه مروری نیز نشان داد که در ۱۸ مطالعه از ۲۴ تحقیق مورد بررسی، وجود ارتعاش در وسایل نقلیه می تواند سبب بروز خستگی، خواب آلودگی و نیز کاهش دقت در رانندگان شود که با توجه به آمار بالای تصادفات جاده ای می توان گفت که خستگی رانندگان به علت ارتعاش می تواند یک عامل بسیار مهم در کاهش ایمنی جاده ای باشد (۲۲). بر این اساس و با توجه به اهمیت تأثیر ارتعاش بر افزایش خستگی فیزیولوژیک و کاهش سطح ایمنی، مطالعه حاضر با هدف بررسی تأثیر ارتعاش تمام بدن بر زمان پاسخ دهی و بار ذهنی افراد انجام شد.



تصویر ۱. دستگاه شبیه ساز ارتعاش تمام بدن

و افراد فاقد معیارهای ورود از مطالعه کنار گذاشته شدند.

به منظور بررسی عملکرد ذهنی و زمان پاسخ دهی افراد در هنگام مواجهه با ارتعاش تمام بدن به ترتیب از آزمون استاندارد ریاضی و پورد پگ بورد (Purd peg board) استفاده گردید که در هر آزمون ۲۰ نفر از افراد نمونه شرکت داده شدند. آزمون ریاضی به صورت تقسیم نوشتاری ۱۵ عدد دو رقمی به یکی از اعداد ۶، ۷، ۸ و ۹ و محاسبه خروجی آن تا دو رقم اعشار بود که در آن عمق فرآیند ذهنی بر حسب تعداد ارقام محاسبه شده صحیح بیان می گردد. در این آزمون معیار سنجش کارایی ذهنی، زمان پاسخ دهی و تعداد پاسخ های صحیح ارایه شده می باشد. در آزمون ریاضی نیز رقم صحیح در محاسبات نشان گر عملیات ذهنی در حد سطحی، اولین رقم پس از اعشار نشان گر عملیات ذهنی در حد میانی و دومین رقم پس از اعشار نماینده عملیات ذهنی در حد عمیق می باشد. آزمون پوردپگ بورد یکی از آزمون های مجموعه باتری تست ها هستند که میزان حرکت انگشتان، دست، بازوها و مهارت سر انگشتان را می

به محدوده مطالعات سایر محققین (۲۳، ۲۴) و در دامنه فرکانسی ۳-۷ هرتز و شدت های m/s^2 ۰، ۰/۸ و ۱/۱ به کمک صفحات مولد در سه محور X, Y, Z به پایه فلزی صندلی وارد می گردید. برای رفع ناراحتی احتمالی ناشی از افزایش ارتفاع صندلی در نتیجه تعبیه شدن دستگاه مولد ارتعاش از یک زیرپایی از جنس نئوپان استفاده شد که افراد شرکت کننده به دلخواه خود و بسته به نیاز برای تأمین هرچه بیش تر راحتی خود، از آن استفاده می کردند (تصویر ۱). برای اطمینان از کالیبره بودن میزان ارتعاش تولید شده توسط دستگاه شبیه ساز ارتعاش، از دستگاه ارتعاش سنج کالیبره تمام بدن مدل ۲۵۱۲ ساخت شرکت Bruel & Kjar با میانگین قابلیت اطمینان کالیبراسیون ± 0.02 در محدوده فرکانسی ۶۰۰۰-۰/۲۵ هرتز استفاده شد.

اطلاعات دموگرافیک و وضعیت سلامت سیستم شنوایی و بینایی، سابقه استعمال سیگار، مصرف دارو و وضعیت خواب افراد مورد مطالعه نیز پیش از شرکت در آزمون به وسیله چک لیست طراحی شده توسط محقق مورد بررسی قرار گرفت



تصویر ۲. ابزار آزمون پورد پگ بورد

سنجد. ابزار مورد استفاده در این آزمون تخته‌ای مستطیل شکل و دارای ۱۶ سوراخ در دو ردیف و ۳ حفره دایره ای شکل است که به صورت متوالی توسط میخ، واشر و استوانه جاگذاری می شود. به منظور افزایش درگیری عملکردی و ذهنی مشارکت کنندگان در انجام این تست، به آزمودنی فرصت داده می شود تا ۳۲ عدد سوراخ تعبیه شده بر روی تخته آزمون را هر بار به یک شیوه مشخص با میخ، واشر و استوانه جانمایی کنند. در بین مراحل انجام کار نیز زمان استراحت کافی برای افراد در نظر گرفته می شد (تصویر ۲). در این آزمون زمان پاسخ دهی افراد و صحت کار افراد مورد بررسی قرار گرفت.

شرکت کنندگان قبل از انجام آزمون، توضیحات کافی را در خصوص نحوه انجام آزمون و شیوه پاسخ دهی دریافت می کردند و سپس بر روی صندلی قرار گرفته و بر روی میزی به ارتفاع ۰/۹ متر از سطح زمین آزمون های مورد نظر را انجام می دادند. شرکت کنندگان بنابر قرعه برای شرکت در آزمون انتخاب شده و پیش از شروع آزمون و بر اساس سایر مطالعات تجربی انجام شده (۲۴، ۲۵) به مدت ۳ دقیقه در مواجهه با شتاب ارتعاشی مورد آزمون قرار می گرفتند. شروع آزمایش در این مطالعه در دقیقه چهارم مواجهه و با پخش یک سیگنال هشداردهنده برای شرکت کنندگان آغاز می گردید و زمان صرف شده برای انجام آزمون با استفاده از یک کروномتر ثبت می شد. فواصل زمانی میان آزمون ها برای

مشارکت کنندگان معادل ۱۵ دقیقه در نظر گرفته شد. در تمام مراحل آزمون به منظور جلوگیری از تخطی افراد از شرایط انجام آزمون از دوربین مدار بسته و در شرایطی استفاده گردید که افراد از آن بی اطلاع بودند و فیلم ضبط شده در اتاق مجاور آزمایشگاه توسط محقق مورد بررسی قرار می گرفت. در پایان به منظور ارتباط سنجی و تجزیه و تحلیل داده های به دست آمده از نرم افزار آماری SPSS نسخه ۲۰ استفاده شد.

یافته ها

عملکرد ذهنی و زمان پاسخ دهی افراد نمونه با میانگین سنی $26/6 \pm 1/6$ در مواجهه با دو شتاب ارتعاشی ($0/8$ m/s² و $1/1$) تمام بدن و یک حالت زمینه (m/s^2) در یک محیط شبیه سازی شده مورد بررسی قرار گرفت. میانگین زمان پاسخ دهی افراد برای انجام آزمون دستی پورد پگ بود و آزمون ریاضی به ترتیب در حدود $183/9 \pm 25/8$ و $370/1 \pm 62/3$ ثانیه برآورد گردید.

نتایج به دست آمده از آزمون دستی پورد پگ بود بر طبق شیوه آنالیز واریانس یک طرفه نشان داد که با افزایش شتاب ارتعاشی از حالت زمینه به $0/8$ m/s² زمان پاسخ دهی افراد کاهش می یابد اما با افزایش بیش تر شتاب ارتعاش تا $1/1$ m/s²، زمان پاسخ دهی افراد تا حدودی افزایش پیدا می کند. آزمون های آماری انجام شده کاهش زمان پاسخ دهی را با افزایش شتاب ارتعاش به لحاظ

جدول ۱. میانگین زمان پاسخ دهی به شتاب های مختلف ارتعاشی در آزمون دستی پورد پگ

شتاب ارتعاش (m/s ²)	میانگین (ثانیه)	انحراف معیار	p-value
بدون ارتعاش	۱۹۷/۶۵	۲/۷۰	p<۰/۰۰۱
۰/۸	۱۷۶/۳۱	۳/۵۸	
۱/۱	۱۷۷/۵۸	۲/۹۲	

جدول ۲. میانگین صحت انجام کار در شتاب های مختلف ارتعاش

p-value	انحراف معیار	میانگین	شتاب ارتعاش (m/s^2)
$p < 0.001$	۰/۰۸	۹۹/۱۹۴	بدون ارتعاش
	۰/۱۱	۹۸/۶۱	۰/۸
	۰/۱۲	۹۸/۶۹	۱/۱

جدول ۳. میانگین زمان انجام محاسبات ریاضی در شتاب های مختلف ارتعاش

p-value	انحراف معیار	میانگین (ثانیه)	شتاب ارتعاش (m/s^2)
$p < 0.001$	۸/۵۷	۳۳۵/۹۶	بدون ارتعاش
	۶/۷۳	۳۷۹/۶۱	۰/۸
	۶/۷۷	۳۹۴/۷۵	۱/۱

جدول ۴. تأثیر شتاب های مختلف ارتعاش بر عملکرد ذهنی در سه محدوده سطحی، میانی و عمقی

p-value	انحراف معیار	میانگین	شتاب ارتعاش (m/s^2)	عمل کرد ذهنی
۰/۵۶	۰/۲۰	۱۲/۵۰	بدون ارتعاش	حد سطحی
	۱/۵۹	۱۲/۵۳	۰/۸	
	۱/۷۴	۱۲/۷	۱/۱	
$p < 0.001$	۰/۴۴	۲۵/۴۶	بدون ارتعاش	حد میانی
	۰/۴۹	۲۳/۵۶	۰/۸	
	۰/۴۸	۲۲/۶۶	۱/۱	
$p < 0.001$	۷/۳۰	۳۲/۸۰	بدون ارتعاش	حد عمقی
	۷/۹۸	۳۰/۶۵	۰/۸	
	۷/۹۴	۲۵/۹۵	۱/۱	

شتاب ارتعاشی تمام بدن، زمان انجام آزمون در محاسبات ریاضی را افزایش می دهد ($p < 0.001$). نتایج آنالیز واریانس یک طرفه و میانگین ارقام صحیح به دست آمده در تقسیمات ریاضی نشان داد که افزایش در شتاب ارتعاشی تمام بدن بر عملکرد ذهنی در حد سطحی تأثیر ندارد ($p > 0.05$) اما توجه به میانگین ارقام اعشاری به دست آمده از آزمون ریاضی در دو سطح میانی و عمقی نشان می دهد که افزایش در شتاب ارتعاش بر کاهش بر میانگین تعداد پاسخ های درست به دست آمده تأثیرگذار است ($p < 0.05$).

آماري معنادار نشان داد ($p < 0.001$). با توجه به نتایج آزمون پورد پگ بورد و تحلیل آماری آنالیز واریانس یک طرفه می توان گفت که با افزایش شتاب ارتعاش، صحت انجام کار کاهش و تعداد خطای رخ داده افزایش پیدا می کند ($p < 0.001$). بر اساس نتایج به دست آمده بیش ترین و کم ترین میانگین زمان انجام آزمون در محاسبات ریاضی به ترتیب در شتاب ارتعاشی $1/1 m/s^2$ و حالت بدون ارتعاش دیده شد. نتایج آزمون آماری آنالیز واریانس یک طرفه نشان داد که افزایش در

بحث

نتایج به دست آمده از مطالعه حاضر نشان داد که با افزایش شتاب ارتعاش، زمان پاسخ دهی به آزمون دستی در افراد کاهش پیدا می کند. به عبارت دیگر شتاب های ارتعاشی 0.8 m/s^2 و 1.1 نسبت به حالت بدون ارتعاش تأثیر بیش تری بر زمان پاسخ دهی افراد داشته است ($p > 0.05$) اما تفاوت قابل ملاحظه ای در زمان پاسخ دهی به آزمون میان دو شتاب ارتعاشی 0.8 m/s^2 و 1.1 وجود نداشت ($p > 0.05$).

زمانیان و همکارانش در مطالعه خود در سال ۲۰۱۴ به این نتیجه رسیدند که زمان عکس العمل افراد در یک محیط شبیه ساز ارتعاشی با افزایش ارتعاش کاهش می یابد (۲۶) که مشابه با نتایج به دست آمده برای آزمون دستی در مطالعه حاضر بود. این در حالی بود که بر خلاف آن چه در این مطالعه به دست آمده است، Newell و Mansfield در سال ۲۰۰۸ نشان دادند که با افزایش شتاب ارتعاشی، زمان عکس العمل افزایش معناداری پیدا می کند (۲۷). Falou و همکاران در بررسی خود در رابطه با تاثیر ارتعاش در رانندگی طولانی مدت بر روی رانندگان به این نتیجه رسیدند که با افزایش مدت مواجهه با ارتعاش، زمان عکس العمل شنیداری فرد افزایش می یابد اگرچه این تغییر از نظر آماری معنادار نبود (۸). Newell و همکارانش نیز در سال ۲۰۰۷ بیان کردند که در اثر مواجهه با ارتعاش و پوسچر نامطلوب، تمرکز فرد در انجام تست زمان عکس العمل دچار اختلال می شود و در نتیجه زمان واکنش نشان دادن فرد افزایش می یابد (۲۷).

نتایج مطالعه حاضر هم چنین نشان داد که افزایش شتاب ارتعاش بر میانگین صحت انجام کار

در افراد تحت مطالعه تأثیر دارد به طوری که با افزایش شتاب ارتعاش از حالت پایه به 0.8 m/s^2 صحت به طور معناداری کاهش می یابد. اگرچه بین دو حالت 0.8 m/s^2 و 1.1 در سطح ۵٪ از لحاظ آماری اختلاف معناداری دیده نشد. نتایج به دست آمده از پژوهش حاضر با نتایج مطالعه خانی جزنی و همکارانش مطابقت داشت و آن ها در مطالعه خود به این نتیجه رسیدند که افزایش شتاب ارتعاش باعث کاهش تعداد پاسخ های صحیح در آزمون کامپیوتری بصری سنجش زمان عکس العمل می شود و میزان بار کار ذهنی را افزایش می دهد (۲۱). در مطالعه Bhalchandra و همکاران نیز مواجهه با ارتعاش به طور معناداری باعث افزایش ضربان قلب، استرس ذهنی و بار ذهنی شده و به سبب آن باعث کاهش صحت در انجام کار می شود (۲۸). این در حالی بود که Landström و همکارش در بررسی خود به این نتیجه رسیدند که ارتعاش باعث کاهش ضربان قلب می شود و از این طریق در طولانی مدت، باعث کاهش سطح هوشیاری و کاهش صحت انجام کار می گردد (۲۹). زمانیان و همکارانش نیز به کاهش میانگین پاسخ های صحیح افراد مورد مطالعه به آزمون توجه انتخابی در نتیجه افزایش ارتعاش در مطالعه خود اشاره کردند (۲۶).

در مطالعه حاضر تأثیر ارتعاش بر عملکرد ذهنی افراد با استفاده از آزمون محاسبه ریاضی مورد بررسی قرار گرفت و نتایج نشان داد که این ارتباط در حد سطحی به لحاظ آماری معنادار نمی باشد اما در حد میانی و عمقی تعداد پاسخ های صحیح با افزایش میزان ارتعاش کاهش می یابد. بنابراین می توان گفت که ارتعاش بر عملکرد ذهنی در حد سطحی به دلیل عدم نیاز به تلاش

بینایی در وضعیت طبیعی قرار داشتند و فاقد سابقه بیماری اسکلتی-عصبی بودند. نتایج بررسی آن‌ها نشان داد که ارتعاش می‌تواند تاثیر منفی بر روی قابلیت خواندن افراد داشته باشد و عملکرد ذهنی را کاهش دهد (۳۲).

نتیجه گیری

نتایج حاصل از مطالعه حاضر نشان داد که افزایش در شتاب ارتعاشی تمام بدن باعث کاهش زمان پاسخ دهی افراد در آزمون پورد پگ بود و نیاز به زمان بیش تری برای انجام محاسبات ریاضی می‌گردد. هم‌چنین مشخص گردید که ارتعاش تمام بدن اثر معناداری بر عملکرد ذهنی در حد سطحی ندارد به طوری که با افزایش یا کاهش ارتعاش تعداد پاسخ‌های درست رقم صحیح تقسیمات ریاضی تغییری نمی‌کند. اما تاثیر آن بر عملیات و کارایی ذهنی در حد میانی و عمیق معنادار بود. به طوری که با افزایش ارتعاش تمام بدن تعداد پاسخ‌های درست رقم اول و دوم اعشار در تقسیمات ریاضی کاهش پیدا می‌کند. از همین رو توصیه می‌شود تا در محیط‌هایی که نیازمند انجام فعالیت‌های ذهنی به صورت دقیق می‌باشند، اقداماتی در جهت کاهش میزان مواجهه ارتعاش صورت پذیرد.

تشکر و قدردانی

نویسندگان مقاله مراتب قدردانی و تشکر خود را از کارشناس آزمایشگاه عوامل فیزیکی دانشگاه علوم پزشکی تهران، جناب آقای مهندس میرغنی سید صومعه و نیز همکاری صمیمانه سرکار خانم دکتر سمیه فرهنگ دهقان اعلام می‌دارند. هم‌چنین از معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی تهران به دلیل تأمین منابع مالی این طرح با شماره مصوب (۹۲۰۱۱۳۲۲۲۱۰۳) تشکر ویژه می‌شود.

فکری زیاد اثرگذار نیست درحالی که با افزایش تلاش ذهنی به منظور محاسبه رقم‌های اعشاری، اثرپذیری از ارتعاش افزایش می‌یابد. هم‌چنین نتایج حاصل از آزمون ریاضی نشان داد که شتاب ارتعاش بر میانگین زمان انجام آزمون در افراد تحت مطالعه تاثیر دارد به طوری که با افزایش شتاب ارتعاش زمان پاسخ دهی به آزمون توسط افراد افزایش یافته است که البته این اختلاف میان دو شتاب ارتعاش $0/8$ و $1/1$ در سطح 5% از لحاظ آماری معنادار نبود. علی‌رغم داده‌های به دست آمده در مطالعه حاضر Hancock و همکارانش در مطالعه خود به این نتیجه رسیدند که ارتعاش بر عملکرد ذهنی افراد در فرآیند خواندن تأثیری ندارد و تغییر قابل ملاحظه‌ای بر درصد پاسخ‌های صحیح و زمان عکس‌العمل آن‌ها دیده نمی‌شود (۳۰). اما در مطالعه دیگری توسط این محقق به بررسی تاثیر مواجهه با ارتعاش بر عملکرد ذهنی در قالب فرآیندهای خواندن و نوشتن پرداخته شد و نتایج نشان داد که مواجهه با ارتعاش می‌تواند بر هر دو عمل خواندن و نوشتن تأثیر منفی داشته باشد (۳۱) که داده‌های این مطالعه با یافته‌های پژوهش حاضر مطابقت داشت. در مطالعه Bhiwapurkar و همکارانش نیز تأثیر ارتعاش تمام بدن بر عمل تایپ کردن مورد مطالعه قرار گرفت و نتایج نشان داد سختی تایپ کردن با افزایش ارتعاش افزایش می‌یابد و سرعت تایپ کردن با خطاهای تایپ در محیط مرتعش یک رابطه معکوس دارد (۱۳). هم‌چنین Khan و همکارانش در سال ۲۰۰۷ به بررسی تاثیر ارتعاش بر عمل خواندن توسط اپراتور در یک محیط رانندگی متحرک پرداختند. جامعه مورد مطالعه در این تحقیق شامل ۷ مرد و ۷ زن در محدوده سنی ۲۲-۳۲ سال بود که به لحاظ

REFERENCES

- 1 Griffin MJ. Handbook of human vibration: Academic press; 2012.
- 2 Katu U, Desavale R, Kanai R. Effect Of Vehicle Vibration On Human Body–RIT Experience. Department of Mechanical Eng, Rajarambapu Institute ofTechnology, Sakharale-415414, <http://www.Nacomm03.ammindia.org/Articles/Nav001.pdf>. 2009.
- 3 Nassiri P, Ali Mohammadi I, Beheshti M, Azam K. Evaluation of Massey Ferguson Model 165 Tractor Drivers exposed to whole-body vibration. *Journal of Health and Safety at Work*. 2013;3(3):55-66.
- 4 Kubo M, Terauchi F, Aoki H, Matsuoka Y. An investigation into a synthetic vibration model for humans: An investigation into a mechanical vibration human model constructed according to the relations between the physical, psychological and physiological reactions of humans exposed to vibration. *International Journal of Industrial Ergonomics*. 2001;27(4):219-32.
- 5 Rahimi J, Kabolizadeh A, Taherinia A, Moshfegh H. Studying the influence of vibration exposures on digestives system of workers in a food processing company. *Journal of Health and Safety at Work*. 2012;2(3):9-16.
- 6 Hashemi Nejad N, Emkani M, Rahimi Moghadam S, Sadeghi N, Firoozi Chahak A. Exposure to Vibration and Its Relationship with the Low-back Pain in the Drivers of Mining Heavy Vehicles. *International Journal of Occupational Hygiene*. 2017;9(2):93-8.
- 7 Nakashima AM. The effect of vibration on human performance and health: A review of recent literature. Defence Research and Development Canada, Technical Report, DRDC Toronto TR. 2004;89.
- 8 El Falou W, Duchêne J, Grabisch M, Hewson D, Langeron Y, Lino F. Evaluation of driver discomfort during long-duration car driving. *Applied ergonomics*. 2003;34(3):249-55.
- 9 Bogadi-Sare A. [The effect of whole-body vibration: an unrecognized medical problem]. *Arhiv za higijenu rada i toksikologiju*. 1993;44(3):269-79.
- 10 Mansfield NJ. Human response to vibration: CRC Press; 2004.
- 11 Grether W, Harris C, Mohr G, Nixon C, Ohlbaum M, Sommer H, et al. Effects of combined heat, noise and vibration stress on human performance and physiological functions. *Aerospace Medicine*. 1971;42(10):1092.
- 12 Johnston M, Wharf J. The effect of 3–25 Hz vibration on the legibility of numeric light emitting diode displays. *Displays*. 1980;1(4):194-8.
- 13 Bhiwapurkar M, Saran V, Harsha S. Effect of multi-axis whole body vibration exposures and subject postures on typing performance. *International Journal of Engineering Science and Technology*. 2010;2(8):3614-20.
- 14 Kantowitz BH, Bortolussi MR, Hart SG, editors. Measuring pilot workload in a motion base simulator: III. Synchronous secondary task. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*; 1987: SAGE Publications.
- 15 International Standards Organization (1997) Mechanical vibration and shock—Evaluation of human exposure to whole-body vibration—Part 1: General requirements. ISO 2631-1: 1997 standard.
- 16 Mirzaei R, Mohammadi M. Survey of Vibration Exposure and Musculoskeletal Disorder of Zahedan City Tractor Drivers by Nordics Questionnaire. *International Journal of Occupational Hygiene*. 2010;2(2):46-50.
- 17 Eysenck MW. *Fundamentals of cognition*. Second ed. Hove, England: Psychology Press; 2006.
- 18 Craik FI, Tulving E. Depth of processing and the retention of words in episodic memory. *Journal of experimental Psychology: general*. 1975;104(3):268.
- 19 Young I. Mental models: Aligning design strategy

- with human behavior. New York: Rosenfeld Media; 2008.
- 20 Ramamurti V. Computer aided mechanical design and analysis: McGraw-Hill School Education Group; 1998.
 - 21 Khani Jazani R, Saremi M, Kavousi A, Monazzam MR, Abedi M. The effect of whole-body vibration on vehicle driver's reaction time and mental and physiological workload. *Ann Mil Health Sci Res.* 2013;10(4):278-84.
 - 22 Troxel WM, Helmus TC, Tsang F, Price CC. Evaluating the Impact of Whole-Body Vibration (WBV) on Fatigue and the Implications for Driver Safety. 2015.
 - 23 Narayanamoorthy R, Saran VH. Error analysis of task performance with laptop in vibration environment. *Computers in Human Behavior.* 2011;27(6):2263-70.
 - 24 Nikravesh A, Zamanian Z, Monazzam MR, Hassanzadeh J. Assessment of the effect of short-term exposure with vibration in different acceleration and frequencies of 3-7Hz on cognitive abilities attention. *Journal of Health System Research.* 2013;9(12):1366-74.
 - 25 Shoja E. Study of Whole body vibration effect on human discomfort in an enclosed space with different artificial light intensity. Tehran Tehran University of Medical Sciences; 2012.
 - 26 Zamanian Z, Nikravesh A, Monazzam MR, Hassanzadeh J, Fararouei M. Short-term exposure with vibration and its effect on attention. *Journal of Environmental Health Science and Engineering.* 2014;12(1):135.
 - 27 Newell GS, Mansfield NJ. Evaluation of reaction time performance and subjective workload during whole-body vibration exposure while seated in upright and twisted postures with and without armrests. *International Journal of Industrial Ergonomics.* 2008;38(5):499-508.
 - 28 Bhalchandra JA. Development of continuous subjective and physiological assessment techniques for the determination of discomfort and activity-interference in transportation systems: INDIAN Institute Of Technology, Roorkee; 2008.
 - 29 Landström U, Lundström R. Changes in wakefulness during exposure to whole body vibration. *Electroencephalography and clinical neurophysiology.* 1985;61(5):411-5.
 - 30 Hancock R, Jog A, Mansfield NJ, Loughborough LT, editors. Effect of vibration on reading performance, subjective and hysiological workload. 43rd United Kingdom Conference on Human Responses to Vibration; 2008.
 - 31 Hancock R, Mansfield N, Goel V, Narayanamoorthy R. Influence of vibration on workload while reading and writing on Indian trains. *Contemporary Ergonomics.* 2008;2008:40.
 - 32 Ahmed Khan I, Mallick Z, Khan ZA, Muzammil M. A study on the combined effect of noise and vibration on the performance of a readability task in a mobile driving environment by operators of different ages. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics.* 2009;15(3):277-86.

Investigation of the change in the acceleration of whole body vibration in a simulated environment on individuals response time and mental performance

Athena Rafieepour¹, Parvin Nasiri², Omid Giah³, Mohammad Reza Monazzam Esmailpour² Abolfazl Zakerian⁴, Farough Mohammadian^{1,}*

¹ M.Sc., Department of Occupational Health Engineering, School of Public Health, Student Research Committee, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran

² Professor, Department of Occupational Health Engineering, School of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

³ Associate Professor, Kurdistan Environmental Health Research Center, Kurdistan University of Medical Sciences, Sanandaj, Iran

⁴ Associate Professor, Department of Occupational Health Engineering, School of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

Abstract

Introduction: Exposure to vibration as one of the consequences of industrial noise or the use of vibration generators can cause discomfort, reduce the efficiency and level of safety in workplaces. Therefore, in this study, the effect of whole body vibration on individual's mental performance and response time was investigated.

Material and Method: In this study, 40 male students of Tehran University of Medical Sciences were selected randomly and divided into two 20 subjects groups. Each group participated in two Pegboard Board and Math Calculations tests. Subjects in each stage of test were exposed to whole body vibration with acceleration in 0.8 and 1.1 m/s² as well as background mode without vibration and were investigated response time and mental performance.

Result: In the present study, the mean response time to the manual Purdue Pegboard test in the vibrational acceleration of 0.0, 0.8 and 1.1 m/s² with a decreasing trend was 197.55 ± 2.7 , 176.25 ± 5.38 and 177.58 ± 2.92 , respectively, which results in a significant reduction in the accuracy of the test. Also, the results showed that whole body vibration does not affect mental performance in shallow levels. But, in the intermediate and deep levels, this difference is statistically significant ($p < 0.001$).

Conclusion: Based on the results, whole body vibration is an effective factor in individual's response time and mental performance, which can lead to a reduction in the accuracy of the work.

Key words: Whole Body Vibration, Purdue Peg Board Test, Mathematics Calculation, Response Time, Mental Performance

* Corresponding Author Email: f.mohammadian@sbmu.ac.ir