

## بررسی تاثیر ارتعاش تمام بدن بر زمان عکس العمل، بار کاری ذهنی و فیزیولوژیک رانندگان خودروهای سواری

رضا خانی جزئی<sup>۱</sup>، مهناز صارمی<sup>۲</sup>، امیر کاوسی<sup>۳</sup>، محمدرضا منظم<sup>۴</sup>، \*معصومه عابدی<sup>۵</sup>

تاریخ اعلام قبولی مقاله: ۹۱/۸/۱۵

تاریخ اعلام وصول: ۹۱/۴/۱۰

### چکیده

**سابقه و هدف:** رشد گسترده فن آوری‌های نوین در صنعت حمل و نقل باعث شده است که انسان به طور مداوم در مواجهه با ارتعاش تمام بدن قرار گیرد. ارتعاش تمام بدن علاوه بر اثرات بیومکانیکی و فیزیولوژیکی، از نظر حسی و شناختی نیز بر انسان تاثیر می‌گذارد. خستگی ذهنی عاملی مهم در رانندگی است که باعث کاهش عملکرد راننده می‌شود. از این رو مطالعه حاضر با هدف تعیین اثر ارتعاش تمام بدن بر زمان عکس العمل و بار کاری ذهنی و فیزیولوژیک رانندگان خودروهای سواری انجام شده است. **مواد و روش‌ها:** در این مطالعه تجربی ۴۰ داوطلب (همگی مرد با میانگین سنی  $23/07 \pm 2/5$  و شاخص توده بدنی  $22/8 \pm 1/07$ ) با روش نمونه‌گیری در دسترس انتخاب شدند. این مطالعه از ۳ مرحله تشکیل شده بود که در هر یک از مراحل آزمودنی‌ها در مواجهه با ارتعاش تمام بدن تولید شده از یک دستگاه شبیه‌ساز ارتعاش در سه شدت کم ( $0/25 \text{ m/s}^2$ )، متوسط ( $0/5 \text{ m/s}^2$ ) یا زیاد ( $0/75 \text{ m/s}^2$ ) در فرکانس ۷-۳ هرتز و جهت عمودی قرار گرفتند. در هر یک از مراحل، زمان عکس العمل با استفاده از تست کامپیوتری بصری سنجش زمان عکس العمل انتخابی اندازه‌گیری شد و تعداد پاسخ‌های درست و نادرست آزمودنی‌ها در حین انجام تست ثبت شد. همچنین میانگین ضربان قلب به عنوان شاخص اندازه‌گیری بار کاری فیزیولوژیک به طور پیوسته در طول هر مرحله، با استفاده از دستگاه اسپرت تستر مدل ۱۰ Biolife و نیز بار کاری ذهنی در پایان هر مرحله با استفاده از پرسش نامه ناسا تی ال ایکس ثبت گردید. این مطالعه برگرفته از پایان نامه دانشجویی می‌باشد. جهت تحلیل نتایج از روش‌های آماری آنالیز واریانس با اندازه‌گیری‌های تکراری و آزمون تی زوجی با مرز معنی داری  $P < 0/05$  استفاده شد.

**یافته‌ها:** نتایج نشان داد که افزایش ارتعاش باعث کاهش تعداد پاسخ‌های درست ( $P=0/01$ ) و افزایش تعداد پاسخ‌های نادرست ( $P=0/01$ ) می‌شود اما تاثیری بر زمان عکس العمل ندارد. همچنین مواجهه با ارتعاش باعث افزایش ضربان قلب و نیز افزایش بار کاری ذهنی می‌شود ( $P=0/01$ ،  $P=0/000$ ).

**بحث و نتیجه‌گیری:** نتایج این مطالعه نشان داد که ارتعاش تمام بدن باعث کاهش عملکرد ذهنی و افزایش خستگی فیزیولوژیک رانندگان می‌شود. از این رو کنترل آن در شدت‌های زیاد نقش مهمی در افزایش ایمنی و راحتی انسان ایفا می‌کند.

**کلمات کلیدی:** ارتعاش تمام بدن، زمان عکس العمل، ضربان قلب، خودروهای سواری

### مقدمه

نقل باعث شده است که انسان به طور مداوم در مواجهه با ارتعاش

رشد و گسترش فن آوری‌های نوین به خصوص در صنعت حمل و تمام بدن قرار گیرد. در مطالعات متعدد تاثیر ارتعاش بر سلامتی انسان

- ۱- دانشیار، ایران، تهران، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، دانشکده سلامت، ایمنی و محیط زیست، گروه ارگونومی و ایمنی صنعتی
- ۲- استادیار، ایران، تهران، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، دانشکده سلامت، ایمنی و محیط زیست، گروه ارگونومی و ایمنی صنعتی
- ۳- استادیار، ایران، تهران، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، دانشکده سلامت، ایمنی و محیط زیست، گروه علوم پایه
- ۴- دانشیار، ایران، تهران، دانشگاه علوم پزشکی تهران، دانشکده بهداشت، گروه بهداشت حرفه‌ای
- ۵- پژوهشگر، ایران، تهران، دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، دانشکده سلامت، ایمنی و محیط زیست، گروه ارگونومی (\*نویسنده مسئول)

تلفن: ۰۹۳۶۰۵۱۹۶۷۷ آدرس الکترونیک: m\_abedi@hse.ac.ir

نشان داد که مواجهه با ارتعاش و نیز افزایش شدت ارتعاش باعث افزایش میانگین ضربان قلب می شود (۹). اما ویکسروم و همکاران در مرور مطالعاتی که در سال ۱۹۹۴ روی تاثیرات مختلف ارتعاش بر بدن انسان انجام دادند نتیجه گرفتند ارتعاش تاثیری بر ضربان قلب ندارد (۱۰).

یکی از روش های ارزیابی بارکاری ذهنی به روش خود گزارش دهی، استفاده از پرسش نامه ناسا تی ال ایکس می باشد. در این راستا نیوئل و همکاران (۲۰۰۷) نشان دادند که مواجهه با ارتعاش باعث افزایش بارکاری ذهنی می شود (۷).

تاکنون مطالعات مختلفی در رابطه با تاثیر فرکانس و شدت های مختلف ارتعاش بر انسان انجام شده است اما در اغلب این مطالعات اثر ارتعاش ناشی از قطار یا وسایل نقلیه سنگین بر انسان مورد بررسی قرار گرفته است و اندازه گیری ارتعاش در این وسایل نقلیه نشان می دهد که ارتعاش تمام بدن موجود در آن ها از نظر فرکانس و شدت، تفاوت زیادی با ارتعاش خودروهای سواری دارد و این در حالی است که با رشد روز افزون خودروهای سواری لزوم بررسی تاثیر ارتعاش تمام بدن در محدوده فرکانس و شدت خودروهای مزبور بر سلامت رانندگان بیش از پیش احساس می شود. لذا مطالعه حاضر با هدف تعیین اثر ارتعاش تمام بدن بر زمان عکس العمل و بارکاری ذهنی و فیزیولوژیک رانندگان خودروهای سواری انجام شده است.

### مواد و روش ها

مطالعه حاضر از نوع تجربی بود که در آن تغییرات زمان واکنش انتخابی، تعداد پاسخ های درست، تعداد پاسخ های نادرست و تغییرات ضربان قلب در سه سطح کم ( $0.25 \text{ m/s}^2$ )، متوسط ( $5 \text{ m/s}^2$ ) و زیاد ( $0.75 \text{ m/s}^2$ ) ارتعاش مورد مطالعه قرار گرفته است. این مطالعه با حضور ۴۰ داوطلب (همگی مرد با میانگین سنی  $23/07 \pm 2/5$  و شاخص توده بدنی  $22/8 \pm 1/07$ ) که دارای گواهی نامه رانندگی بودند، به طور میانگین ۱ ساعت در روز با خودروهای سواری رانندگی می کردند و به روش نمونه گیری در دسترس انتخاب شده بودند، انجام شد. به دلیل آن که طبق مطالعات پیشین پاسخ انسان به ارتعاش در سنین مختلف متفاوت است، همگی شرکت کنندگان در یک بازه سنی قرار داشتند. شرکت کنندگان از

مانند مشکلات اسکلتی عضلانی، درد عصب سیاتیک و عوارض گوارشی، مشکلات دستگاه تناسلی و آسیب شنوایی بررسی شده است (۱). همچنین ارتعاش تمام بدن با ایجاد کمردرد رابطه مستقیم دارد (۲). مطالعات نشان می دهند که ارتعاش دارای اثرات شناختی نیز می باشد که از جمله این اثرات، می توان به ایجاد خستگی ذهنی در فرد حین مواجهه با ارتعاش اشاره نمود.

خستگی رانندگان در زمان رانندگی نقش مهمی در عملکرد آن ها و پیشگیری از حوادث دارد. در واقع کاهش عملکرد انسان هنگام مواجهه با ارتعاش در انجام وظایفی که نیازمند دقت بصری و یا کنترل دستی هستند، نشان دهنده نقش ارتعاش در ایجاد خستگی ذهنی می باشد (۳، ۴). در مطالعات گذشته گستره ای از تست های اندازه گیری عملکرد برای ارزیابی خستگی ذهنی انسان در محیط های مرتعش مورد استفاده قرار گرفته اند. یکی از این تست ها، تست زمان عکس العمل می باشد.

ارزیابی زمان عکس العمل حین رانندگی در شرایط مختلف، عامل مهمی است که در سلامت و ایمنی رانندگان نقش مهمی دارد. زمان عکس العمل فرد زمانی است که بین شروع یک تحریک و شروع پاسخ سپری می گردد. گارون مدت زمان عکس العمل را معادل مدت زمان پردازش ذهنی می داند (۵). تاثیر ارتعاش تمام بدن بر زمان عکس العمل انسان در بعضی از فرکانس ها و شدت های خاص مورد بررسی قرار گرفته است (۶). نیوئل و همکاران در سال ۲۰۰۷ بیان کردند که در اثر مواجهه با ارتعاش تمرکز فرد در انجام تست زمان عکس العمل دچار اختلال می شود و از این رو زمان واکنش نشان دادن فرد، افزایش می یابد (۷).

مطالعات پیشین نشان داده اند که ارتعاش بر بارکاری ذهنی که فرد در حین انجام وظیفه احساس می کند نیز موثر است. منظور از بارکاری ذهنی، رابطه بین نیازهای کاری و ظرفیت کارگر می باشد (۸). بارکاری با استفاده از روش های فیزیولوژیک و خود گزارش دهی ارزیابی می شود. با اندازه گیری ضربان قلب می توان بارکاری فیزیولوژیک فرد را تعیین کرد. مطالعات مختلف نشان داده اند که ضربان قلب انسان می تواند تحت تاثیر ارتعاش تغییر نماید. به عنوان نمونه هالند در سال ۱۹۶۶ ضربان قلب را در ۶ ساعت مواجهه با ارتعاش ۱-۶ هرتز و شدت  $1/2$  و  $1/6$  متر بر مجذور ثانیه، در حین انجام تست های شناختی، مورد بررسی قرار داد و

و محیط زیست طراحی و برنامه‌نویسی گردید. اعتبار و پایایی نرم افزار مزبور پیش از شروع تحقیق محاسبه گردید. برای تعیین اعتبار، این ابزار به ۲ متخصص ارگونومی و بهداشت حرفه‌ای و دو کارشناس برنامه نویسی کامپیوتری نشان داده شد و تأیید شد که این تست ویژگی‌های لازم را برای سنجش زمان عکس العمل فرد دارا می‌باشد. برای تعیین پایایی این تست از روش آزمون مجدد استفاده شد. ۴۰ نفر از دانشجویان دانشگاه شهید بهشتی به فاصله یک هفته در شرایط یکسان از نظر مکان و زمان این تست را انجام دادند. ضریب همبستگی پیرسون نشان داد که این تست دارای پایایی بسیار زیادی از نظر آماری می‌باشد ( $r=0/93$ ). پولیت و بک (۲۰۰۴) بیان می‌کنند که ضریب پایایی آزمون مجدد بالاتر از  $0/70$  رضایت بخش است، اما ضرایب بین  $0/85$  تا  $0/95$  ارجح هستند (۱۳).

روش اجرای تست سنجش زمان عکس العمل به این صورت بود که فرد هنگامی که آمادگی انجام آزمایش را داشت با فشردن دکمه فاصله (space) بر روی صفحه کلیدی که روی پایش قرار داشت، تست را آغاز می‌نمود. پس از ۵ ثانیه دایره‌هایی به رنگ‌های قرمز، سبز و زرد به طور تصادفی و با فواصل زمانی  $0/125$  میلی‌ثانیه روی صفحه مشکی لپ‌تاپی که روی میز روبروی فرد قرار داشت، ظاهر می‌شد. هرگاه دایره قرمز رنگ ظاهر می‌شد آزمودنی باید عکس العمل خود را با فشردن دکمه فاصله، نشان می‌داد. از آزمودنی‌ها خواسته شده بود تا در اجرای تست حداکثر سرعت و دقت را به کار برند. منظور از پاسخ درست، زدن دکمه فاصله هنگام رویت دایره قرمز رنگ و منظور از پاسخ نادرست زدن دکمه فاصله هنگام دیدن دایره قرمز رنگ و یا زدن دکمه هنگام دیدن دایره‌های زرد و سبز می‌باشد. در نهایت میانگین زمان عکس العمل فرد با دقت  $0/001$  ثانیه و نیز تعداد پاسخ‌های درست و نادرست در مدت ۳ دقیقه محاسبه شد.

**پرسش نامه ناسا تی ال ایکس:** این پرسش نامه اولین بار توسط ساندرهارت در سال ۱۹۸۸ در سازمان ملی هوافضای آمریکا جهت ارزیابی بار کاری ذهنی در استفاده از یک شبیه‌ساز پرواز طراحی شد (۱۴). اما به تدریج در بسیاری از مشاغل دیگر به کار گرفته شد. پرسش نامه ناسا تی ال ایکس، یک ابزار اندازه‌گیری قوی بارکاری ذهنی می‌باشد که در ۶ محور، بار کاری را به روش ذهنی

لحاظ وزن و قد کنترل شده، فاقد بیماری قلبی عروقی، دیابت و اختلال خواب بوده و همچنین سیگاری نبودند.

پیش از انجام آزمایش رضایت‌نامه کتبی از تمامی شرکت کنندگان گرفته شد و همگی آنان با روش انجام تست کامپیوتری بصری سنجش زمان عکس العمل انتخابی و محیط آزمایش آشنا شدند. کلیه آزمایش‌ها در هنگام روز و در آزمایشگاه ارتعاش دانشگاه علوم پزشکی تهران انجام شد. آزمودنی‌ها در سه مرحله و به طور تصادفی با ۳ شدت ارتعاش کم ( $0/25 \text{ m/s}^2$ )، متوسط ( $0/5 \text{ m/s}^2$ )، یا زیاد ( $0/75 \text{ m/s}^2$ )، مواجه شدند. فرکانس ارتعاش ۳-۷ هرتز و در جهت عمودی تنظیم شد. هر یک از مراحل مواجهه با ارتعاش ۴ دقیقه به طور می‌انجامید و در این مدت از آزمودنی‌ها درخواست می‌شد به یک تست کامپیوتری بصری سنجش زمان عکس العمل پاسخ دهند. ضریب قلب آزمودنی‌ها پیش از شروع آزمایش به مدت ۳ دقیقه و نیز در طول هر مرحله از آزمایش به طور پیوسته ثبت گردید. در پایان هر مرحله آزمودنی‌ها پرسشنامه ناسا تی ال ایکس را تکمیل نمودند و تا شروع مرحله بعدی ۵ دقیقه زمان، برای استراحت افراد شرکت کننده در آزمایش اختصاص داده شد.

### ابزار استفاده شده در آزمایش

**دستگاه مولد ارتعاش:** به منظور تولید ارتعاش در شدت و فرکانس مورد نظر از یک دستگاه شبیه‌ساز ارتعاش استفاده شد. این دستگاه از ۳ درایور که ارتعاش را در سه محور x، y و z در فرکانس‌ها و شدت‌های مختلف به صورت امواج سینوسی یا تصادفی تولید می‌نمودند، تشکیل شده بود. درایورها با استفاده از یک پایه فلزی به صندلی خودرو متصل شده بودند. فرکانس و شدت ارتعاش استفاده شده در این مطالعه با توجه به مطالعات پیشین انجام گرفته در رابطه با اندازه‌گیری شدت و فرکانس ارتعاش خودروهای سواری جهت تعیین استاندارد ۲۶۳۱، انتخاب گردید (۱۱، ۱۲). برای اطمینان از کالیبره بودن میزان ارتعاش تولید شده توسط دستگاه شبیه‌ساز ارتعاش، از دستگاه ارتعاش سنج تمام بدن مدل B & k ساخت کشور دانمارک استفاده شد.

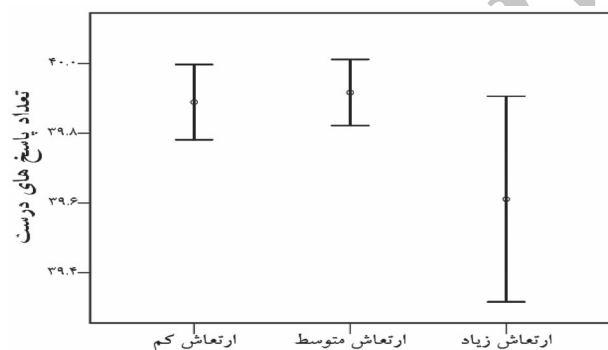
**تست کامپیوتری بصری زمان عکس العمل:** تست مذکور، نمونه شبیه سازی شده چراغ راهنمایی می‌باشد که به منظور اجرای تحقیق حاضر توسط گروه ارگونومی دانشکده سلامت، ایمنی

به منظور تحلیل آماری مطالعه حاضر از نرم افزار SPSS v. ۱۶ استفاده شد. داده‌های توصیفی به صورت میانگین ( $\pm$  انحراف معیار) ارائه شدند. برای تعیین اثر ارتعاش بر زمان عکس العمل، تعداد پاسخ‌های درست و نادرست، ضربان قلب و بارکاری از آنالیز واریانس با اندازه گیری‌های تکراری استفاده شد. برای مقایسه میانگین‌ها در سه شدت ارتعاش آزمون تی زوجی مورد استفاده قرار گرفت. در تمامی آزمون‌ها مرز معنی داری به صورت  $P < 0/05$  تعریف گردید.

### یافته‌ها

یافته‌های این مطالعه در جدول ۱ نشان داده شده‌اند. نتایج نشان دادند شدت‌های مختلف ارتعاش بر زمان عکس العمل تاثیر معناداری ندارند. اما تاثیر ارتعاش بر تعداد پاسخ‌های درست معنادار نشان داده شد ( $P = 0/01$ ). همانطور که در نمودار ۱ نشان داده شده است میانگین تعداد پاسخ‌های درست در ارتعاش زیاد کمتر از ارتعاش کم و متوسط می‌باشد ( $P = 0/03$  و  $P = 0/06$ ).

تاثیر ارتعاش بر تعداد پاسخ‌های نادرست نیز از نظر آماری معنادار نشان داده شد ( $P = 0/01$ ). نتایج آزمون تی زوجی نشان داد که



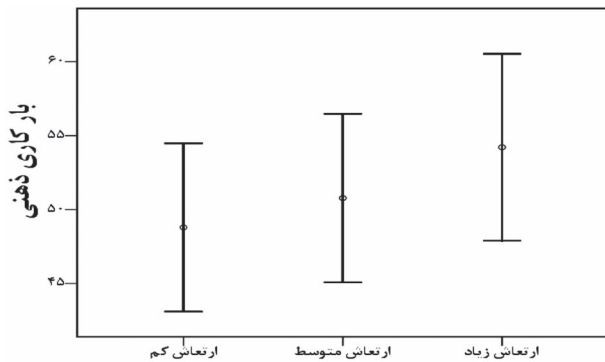
نمودار ۱- میانگین تعداد پاسخ‌های درست در ارتعاش کم، متوسط و زیاد

ارزیابی می‌نماید. این پرسش نامه بارفکری، بار فیزیکی و فشار زمانی انسان را در حین کار تعیین می‌کند و همچنین سطح کسل‌کنندگی که وی در طول انجام کار احساس می‌نماید، سطحی از عملکرد و کارایی که فرد تصور می‌کند به آن دست یافته است و سطح سعی و تلاشی که صرف انجام کار نموده است، از وی پرسیده می‌شود. به جز محور عملکرد و کارایی که بین دو سطح خوب و بد ارزیابی می‌شود سایر محورها بین دو سطح کم و زیاد مورد ارزیابی قرار می‌گیرند. پرسش نامه از دو بخش تشکیل شده است. در بخش اول هریک از محورها با یک مقیاس از ۱-۱۰۰ توسط فرد ارزیابی می‌شوند. سپس در بخش دوم محورها به صورت دوتایی با هم مقایسه شده و محوری که تاثیر و اهمیت بیشتری بر فرد داشته است توسط فرد مشخص می‌شود. پس از انجام عملیات وزن‌دهی، امتیاز کلی بارکاری محاسبه می‌شود. اعتبار و پایایی این پرسش نامه توسط نسل سراجی و همکاران در سال ۲۰۱۱ در مطالعه‌ای که در رابطه با بارکاری پرستاران انجام شد ( $\alpha = 0/67$ )، مورد آزمون قرار گرفت (۱۵).

**دستگاه اسپرت تستر:** در هر مرحله از آزمایش، در مدت مواجهه با ارتعاش، میانگین ضربان قلب آزمودنی - ها، به طور پیوسته با استفاده از دستگاه اسپرت تستر مدل ۱۰ BioLife ساخت کمپانی بوش کشور آلمان ثبت شد. این دستگاه دارای یک بند سینه‌ای است که روی سینه فرد تحت آزمایش، بسته می‌شود و دو الکتروود آن روی جناق قفسه سینه کمی متمایل به سمت چپ قرار می‌گیرد. ضربان قلب به وسیله بلوتوث از این دو الکتروود به یک ساعت متحرک که در اختیار پژوهشگر است منتقل می‌گردد و میزان ضربان قلب هر ۵ ثانیه روی صفحه ساعت نمایش داده می‌شود. این دستگاه قادر است در بازه زمانی تنظیم شده میانگین ضربان قلب را نیز ثبت نماید.

جدول ۱- میانگین و انحراف معیار زمان عکس العمل، تعداد پاسخ‌های درست، تعداد پاسخ‌های نادرست و ضربان قلب تحت تاثیر سطوح ارتعاش

ارتعاش کم	متوسط	زیاد	
زمان عکس العمل	$0/5577 \pm 0/048$	$0/5552 \pm 0/042$	$0/5586 \pm 0/043$
تعداد پاسخ‌های درست	$39/889 \pm 0/053$	$39/917 \pm 0/047$	$39/611 \pm 0/145$
تعداد پاسخ‌های نادرست	$0/97 \pm 0/647$	$0/91 \pm 0/588$	$1/47 \pm 1/27$
ضربان قلب	$86/06 \pm 18/34$	$86/39 \pm 16/9$	$89/25 \pm 16/24$
بارکاری ذهنی	$48/79 \pm 2/81$	$50/77 \pm 2/81$	$54/21 \pm 3/12$

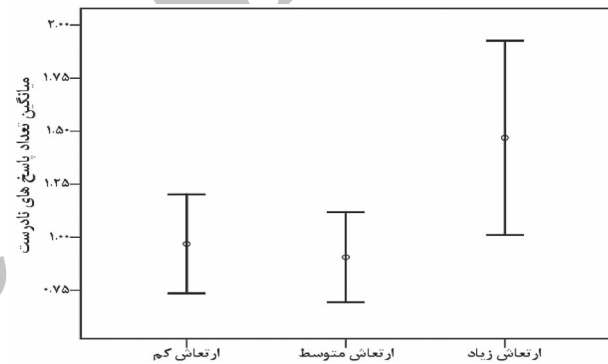


نمودار ۴- میانگین بار کاری ذهنی در وضعیت‌های ارتعاش کم، ارتعاش متوسط و ارتعاش زیاد

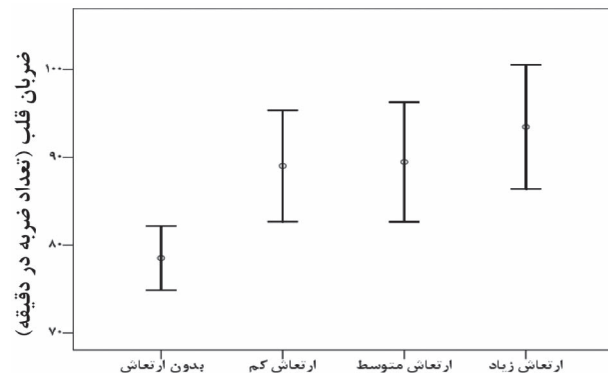
**تأثیر ارتعاش بر زمان عکس العمل:** نتایج نشان داد که ارتعاش تأثیر معناداری بر زمان عکس العمل ندارد. پیش از این ال فالو و همکاران (۲۰۰۳) رابطه معناداری را بین افزایش مدت مواجهه با ارتعاش و زمان عکس العمل گزارش نکردند (۱۶). ممکن است معنادار نشدن تأثیر ارتعاش بر زمان عکس العمل در مطالعه حاضر، ناشی از کوتاه بودن مدت آزمایش و یا عدم توانایی تست به کار رفته در مشخص نمودن تغییرات کوچک بوده باشد.

**تأثیر ارتعاش بر تعداد پاسخ‌های درست و نادرست:** مطالعه حاضر نشان داد که کمترین میانگین پاسخ‌های درست در ارتعاش زیاد و بیشترین میانگین در ارتعاش متوسط بوده است. همچنین بیشترین میزان پاسخ‌های نادرست نیز در ارتعاش زیاد رخ داد و اگرچه تعداد خطا در ارتعاش متوسط کمتر از ارتعاش کم بود اما این اختلاف از نظر آماری معنادار نبود. مطالعات مختلف نشان می‌دهند که تعداد خطا به خصوص در تست‌های بصری با افزایش ارتعاش افزایش می‌یابد. در مطالعه‌ی ال فالو و همکاران تأثیر ارتعاش در رانندگی طولانی مدت بر روی رانندگان مورد بررسی قرار گرفت، نتایج نشان داد که با افزایش مدت مواجهه با ارتعاش، تعداد خطا در عملکرد فرد که با استفاده از تست شناختی تعقیب کردن هدف ارزیابی می‌شد، افزایش یافت (۱۶). در مطالعه‌ای که ویل کینسون و همکاران در سال ۱۹۷۴ در ناسا در رابطه با تأثیر ارتعاش بر عملکرد خلبانان انجام داد نیز ارتعاش تأثیر معناداری در افزایش خطاهای عملکردی نشان داد. آن‌ها نتیجه گرفتند که کاهش در عملکرد به علت دشوار شدن ادراک محرک‌ها در حضور ارتعاش رخ می‌دهد (۱۷).

میانگین تعداد پاسخ‌های نادرست بین ارتعاش کم و زیاد ( $P=0/01$ ) و نیز ارتعاش متوسط و زیاد ( $P=0/03$ ) معنادار می‌باشد. (نمودار ۲) نتایج نشان داد که مواجهه با ارتعاش باعث افزایش ضربان قلب می‌شود ( $P=0/000$ ). مقایسه ضربان قلب در حالت بدون ارتعاش با حالت‌های ارتعاش کم، متوسط و زیاد نشان داد که در مواجهه با ارتعاش ضربان قلب به طور معناداری افزایش نشان می‌دهد ( $P=0/002$ ,  $P=0/004$  و  $P=0/000$ ). اگرچه با افزایش شدت ارتعاش نیز ضربان قلب افزایش نشان داده بود اما این میزان از نظر آماری در مقایسه شدت‌های مختلف معنادار نشد. (نمودار ۳) نتایج نشان داد که ارتعاش تمام بدن دارای اثر معناداری بر بار کاری ذهنی می‌باشد ( $P=0/01$ ). با افزایش ارتعاش از کم به زیاد بار کاری



نمودار ۲- میانگین تعداد پاسخ‌های نادرست در ارتعاش کم، متوسط و زیاد



نمودار ۳- میانگین ضربان قلب در وضعیت‌های بدون ارتعاش، ارتعاش کم، ارتعاش متوسط و ارتعاش زیاد

ذهنی به طور معناداری افزایش نشان داد ( $P=0/006$ ).

### بحث و نتیجه‌گیری

این مطالعه نشان داد ارتعاش خودروهای سواری نقش مهمی بر عملکرد ذهنی و میزان خستگی فرد دارد.

از خستگی ناشی از بارکاری فیزیولوژیک آن‌ها (افزایش ضربان قلب) بوده باشد. نتایج به دست آمده از مطالع حاضر همسو با نتایج مطالعه‌ی بالچاندرا و همکاران و همچنین بیوپوکار و همکاران می‌باشد (۱۸ و ۲۳). آن‌ها نشان دادند بارکاری و ضربان قلب با افزایش شدت ارتعاش، افزایش معناداری نشان می‌دهند. پیش از آن‌ها نیوئل و همکاران (۲۰۰۷) نیز در مطالعه خود به این نتیجه رسیده بودند که بارکاری ذهنی در مواجهه با ارتعاش افزایش می‌یابد (۷)، اما در مطالعه‌ای که هانکوک و همکاران در سال ۲۰۰۸ به منظور سنجش بارکاری با استفاده از پرسش نامه ناسا تی ال ایکس در سه سطح کم، متوسط و زیاد ارتعاش قطار انجام دادند، نتایج نشان داد که اگرچه با افزایش ارتعاش بارکاری تمایل به افزایش داشت، اما این میزان افزایش از نظر آماری معنی‌دار نبود (۲۴).

مطالعه حاضر نشان داد مواجهه با ارتعاش موجود در خودروهای سواری باعث افزایش خستگی فیزیولوژیک و ذهنی می‌شود و در نتیجه عملکرد به طور معناداری به ویژه در مواجهه با ارتعاش زیاد کاهش می‌یابد. از این رو به نظر می‌رسد کنترل ارتعاش موجود در وسایل نقلیه سواری نقش مهمی در کاهش خطرات و حوادث ناشی از رانندگی ایفا کند.

### تشکر و قدردانی

بدین وسیله از ریاست محترم گروه بهداشت حرفه‌ای دانشگاه علوم پزشکی تهران جناب آقای دکتر حسین کاکوئی و نیز کلیه دانشجویانی که در این مطالعه شرکت نمودند نهایت قدردانی و تشکر به عمل می‌آید.

**تاثیر ارتعاش بر ضربان قلب:** مواجهه با ارتعاش باعث افزایش معنادار ضربان قلب شد اما اگرچه با افزایش شدت ارتعاش میانگین ضربان قلب نیز افزایش نشان داد اما این میزان از نظر آماری معنادار نبود. در مطالعه‌ای که بالچاندرا و همکاران در سال ۲۰۰۸ انجام دادند نیز مواجهه با ارتعاش به طور معناداری باعث افزایش ضربان قلب شد و همچنین با افزایش شدت ارتعاش، ضربان قلب تمایل به افزایش داشت اما این میزان از نظر آماری معنادار نبود (۱۸). آن‌ها بیان کردند که مواجهه با ارتعاش باعث افزایش استرس ذهنی و بارکاری می‌شود و افزایش استرس نیز منجر به کاهش فعالیت اعصاب پاراسمپاتیک و در نتیجه افزایش ضربان قلب می‌شود. همچنین از آن‌جا که افزایش شدت ارتعاش، میزان جذب ارتعاش را افزایش می‌دهد و جذب ارتعاش بیشتر، باعث فعالیت عضلانی بیشتر می‌شود، در نتیجه‌ی افزایش فعالیت عضلانی، متابولیسم بدن افزایش یافته و ممکن است این امر باعث افزایش ضربان قلب شده باشد (۲۰، ۱۹). پیش از این گرنجین و نیز بایک و همکاران بیان کردند که مواجهه با ارتعاش بطور معناداری باعث افزایش میانگین ضربان قلب می‌شود (۲۲، ۲۱). در مقابل ویکسروم و همکاران در مطالعه مروری که در سال ۱۹۹۴ روی تاثیرات مختلف ارتعاش بر بدن انسان انجام دادند، نتیجه گرفتند مواجهه با ارتعاش تاثیری بر ضربان قلب ندارد (۱۰).

**تاثیر ارتعاش بر بارکاری ذهنی:** نتایج نشان داد که با افزایش شدت ارتعاش بارکاری ذهنی به طور معناداری افزایش می‌یابد. همچنین میانگین ضربان قلب نیز با افزایش شدت ارتعاش افزایش یافت. ممکن است ارزیابی ذهنی آزمودنی‌ها از بارکاری خود، نشأت گرفته

### References

- 1- Griffin M.J. Handbook of Human Vibration. London: Academic Press. 1990.
- 2- National Research Council. Panel on Musculoskeletal Disorders the Workplace Institute of Medicine. Musculoskeletal disorders and the workplace: low back and upper Extremities. Washington DC: National Academies Press; 2001.
- 3- Lewis CH, Griffin MJ. A review of the effects of vibration on visual acuity and continuous manual control. II: Continuous manual control. J SOUND VIB 1978; 56 (3): 415-457.
- 4- McLeod RW, Griffin, MJ. Review of the effects of translational whole-body vibration on continuous manual control performance. J SOUND VIB 1989; 133 (1): 55-115.
- 5- Gawron VJ. Human Performance, Workload, and Situational Awareness Measures Handbook. Boca Raton: CRC Press; 2008.
- 6- Grether WF, Harris CS, Mohr GC, Nixon CW, Ohlbaum M, Sommer HC, et al. Effects of combined heat, noise and vibration stress on human performance and physiological functions. Aerosp Med 1971; 42(10): 1092-7.
- 7- 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. INT J IND ERGONOM

- 2008; 38(5): 499-508.
- 8- 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: 834-837.
- 9- Holland CL. Performance and physiological effects of long term vibration. DTIC Document, 1966.
- 10- Wikström BO, Kjellberg A, Landström U. Health effects of long-term occupational exposure to whole-body vibration: a review. INT J IND ERGO 1994; 14(4): 273-92.
- 11- Paddan G, Griffin M. Evaluation of whole-body vibration in vehicles. J SOUND VIB 2002; 253(1): 195-213.
- 12- Harrison DD, Harrison SO, Croft AC, Harrison DE, Troyanovich SJ. Sitting biomechanics, part II: optimal car driver's seat and optimal driver's spinal model. J Manipulative Physiol Ther 2000; 23(1): 37-47.
- 13- Polit-O'Hara D, Beck CT. Nursing research: principles and methods. 7th ed. London: Lippincott Williams & Wilkins; 2004.
- 14- Hart SG, Staveland LE. Development of NASA-TLX (Task Load Index): Results of empirical and theoretical research. Human mental workload 1988; 1: 139-83.
- 15- Nasl seraji J et al. Evaluation of mental workload from the producing aspects in one of the Tehran medical university hospitals. Tehran medical university Hygiene department. Institute of Hygiene Research; 2011. [Persian]
- 16- El Falou W, Duchene J, Grabisch M, Hewson D, Langeron Y, Lino F. Evaluation of driver discomfort during long-duration car driving. Appl Ergon 2003; 34(3): 249-55.
- 17- Wilkinson R, Gray R. Effects of duration of vertical vibration beyond the proposed ISO "fatigue-decreased proficiency" time, on the performance of various tasks. AGARD Vibration and Combined Stresses in Advan Systems 5 p(SEE N 75-27685 18-51) 1975.
- 18- Bhalchandra J. Development of continuous subjective and physiological assessment techniques for the determination of discomfort and activity-interference in transportation systems: INDIAN INSTITUTE OF TECHNOLOGY; 2008.
- 19- Shibata N, Maeda S. Determination of backrest inclination based on biodynamic response study for prevention of low back pain. Med Eng Phys 2010; 32(6): 577-83.
- 20- Guignard JC. Aeromedical aspects of vibration and noise. The Journal of the Acoustical Society of America 1974; 55(4): 891.
- 21- Grandjean E. Fitting the task to the man: a textbook of occupational ergonomics. 4th ed. London: Taylor & Francis; 1988.
- 22- Bobick TG. Physiological responses and subjective discomfort of simulated whole-body vibration from a mobile undergrounded mining machine. Proceedings of the Human Factors Society-32nd Annual Meeting. 1988.
- 23- Bhiwapurkar M, Saran V, Harsha S. Objective and subjective responses of seated subjects while reading Hindi newspaper under multi axis whole-body vibration. INT J IND ERGO 2011; 41(6): 625-33.
- 24- Hancock R, Jog A, Mansfield NJ, Loughborough L. Effect of vibration on reading performance, subjective and physiological workload. Presented at the 43rd United Kingdom Conference on Human Responses to Vibration, 2008.

Archive.org

## The effect of whole-body vibration on vehicle driver's reaction time and mental and physiological workload

Reza Khani Jazani<sup>1</sup>, Mahnaz Saremi<sup>2</sup>, Amir Kavousi<sup>3</sup>, Mohammad Reza Monazam<sup>4</sup>, \*Masoume Abedi<sup>5</sup>

Received: 30 Jun 2012

Accepted: 5 Nov 2012

### Abstract

**Background:** Widespread advance of new technologies, especially in transportation industry poses human encounter with whole-body vibration. Besides biomechanical and physiological effects of whole-body vibration, it also has emotional and cognitive effects. Mental fatigue is an important factor in driving that can decrease driver's performance. Therefore, the aim of this study was to determine the effect of whole-body vibration on vehicle driver's reaction time, mental and physiological workload.

**Materials and Methods:** In this laboratory and interventional study, 40 volunteers from university students (all male with average age  $23.07 \pm 2.5$  and average BMI  $22.8 \pm 1.07$ ) randomly selected. This study consists of three stages. In these stages, participants were encountered with three levels of whole-body vibration (low, average, high), 3-7 Hertz frequency in vertical direction that produced with a vibration simulator. In every stage, participants performed a selective visual reaction time test, and correct and incorrect answers recorded. During performing the test, the average heart rate as an indicator of physiological workload was recorded with sport tester at each stage. At the last of each stage, there was 5-minute break, and we wanted them to fill NASA TLX questionnaire. Statistical analysis was performed using ANOVA test.

**Results:** The results of this study showed that the vibration intensity has the significant effect on average heart rate ( $P=0.000$ ), mental workload ( $P=0.01$ ), average of correct answers ( $P=0.01$ ) and incorrect answers ( $P=0.01$ ), But it has no effect on reaction time.

**Conclusion:** The results showed whole-body vibration decreases mental performance and increases physiological fatigue. So control of whole-body vibration in high intensity has an important role in promotion of safety and convenience.

**Keywords:** Whole body vibration, Reaction time, Heart rate, Vehicle

1- Associated Professor, Department of Ergonomics & Industrial Safety, School of Health, Safety and Environment, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran

2- Assistant Professor, Department of Ergonomics & Industrial Safety, School of Health, Safety and Environment, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran

3- Assistant Professor, Department of Basic Science, School of Health, Safety and Environment, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran

4- Associated Professor, Department of Department of Occupational Health, School of Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

5- (\*Corresponding Author) Researcher, MSc Student, Department of Basic Science, School of Health, Safety and Environment, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran. Tel: +98 936 0519677 E-mail: m\_abedi@hse.ac.ir