

تأثیر کوتاه مدت ویراسیون کل بدن بر منحنی فراخوانی رفلکس H عضله سولئوس

لیلا داداشی^۱، گیتی ترکمان^{*}

مقاله پژوهشی

چکیده

مقدمه: بر خلاف اثرات تسهیلی بیان شده پس از اعمال ویراسیون کل بدن (Whole body vibration یا WBV)، نتایج برخی مطالعات افزایش مهار پاسخ‌های عضلانی را نشان می‌دهد. هدف مطالعه حاضر، بررسی پاسخ کوتاه مدت منحنی فراخوانی رفلکس H عضله سولئوس پس از اعمال یک جلسه WBV بود.

مواد و روش‌ها: ۲۶ زن سالم غیر ورزشکار (سن $26/11 \pm 2/85$ سال) داوطلبانه در مطالعه شرکت کردند. افراد در دو جلسه آزمون و شم با حفظ وضعیت نیمه اسکوات بر روی صفحه ویراسیون قرار گرفتند. در جلسه آزمون ویراسیون با فرکانس ۳۰ هرتز و دامنه ۳ میلی‌متر به صورت ۳ دوره ۱ دقیقه‌ای اعمال شد. قبل، بلافاصله، ۵ و ۱۰ دقیقه بعد از اعمال ویراسیون منحنی فراخوانی رفلکس H از عضله سولئوس ثبت شد.

یافته‌ها: در جلسه شم و آزمون شدت تحریک آستانه منحنی و شدت لازم برای ثبت دامنه حداکثر بلافاصله بعد از WBV افزایش معنی‌دار نشان داد ($P < 0/05$). دامنه رفلکس H ابتدایی در هر دو جلسه و دامنه H_{max} در جلسه شم کاهش معنی‌داری نشان داد ($P < 0/05$). آنالیز پارامترهای مربوط به آستانه و قله منحنی فراخوانی رفلکس H بین دو جلسه آزمون و شم تفاوت معنی‌داری نشان نداد ($P > 0/05$).

نتیجه‌گیری: با توجه به جابه‌جایی منحنی فراخوانی به سمت راست و پاسخ مهاری در دو جلسه شم و آزمون، به نظر می‌رسد حفظ وضعیت نیمه اسکوات و مکانیسم‌های کنترلی فعال شده مانند انقباض عضلات اکستنسوری در مهار منحنی فراخوانی رفلکس H مؤثر باشد و اعمال ویراسیون نیز هیچ اثر تسهیلی بر این پاسخ مهاری نداشته است.

کلید واژه‌ها: رفلکس H، عضله سولئوس، ویراسیون کل بدن، وضعیت نیمه اسکوات

ارجاع: داداشی لیلا، ترکمان گیتی. تأثیر کوتاه مدت ویراسیون کل بدن بر منحنی فراخوانی رفلکس H عضله سولئوس. پژوهش در علوم توانبخشی ۱۳۹۱؛ ۸(۸): ۱۲۹۵-۱۲۸۵.

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۱۲/۱۲

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۱۰/۲۰

و توان عضلانی (۳، ۲)، افزایش پایداری (۴)، آزاد شدن هورمون‌ها (۵) و بهبود کیفیت استخوانی (۶) داشته است. در این نوع تمرین نوسانات مکانیکی از طریق صفحه مرتعش به بدن می‌رسد. تغییرات حرکتی آنی پس از استفاده از WBV (یا Whole body vibration) به دلیل افزایش حساسیت

مقدمه

در سال‌های اخیر استفاده از ویراسیون به منظور بهبود عملکرد عصبی-عضلانی مورد توجه محققان علوم توانبخشی و ورزشی قرار گرفته است (۱). اعمال ویراسیون کل بدن در کوتاه مدت و طولانی مدت اثرات مثبتی بر قدرت

این مطالعه حاصل پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه تربیت مدرس می‌باشد که هزینه‌های آن توسط حوزه پژوهشی دانشگاه تربیت مدرس تأمین شده است.
^{*} استاد، گروه فیزیوتراپی، دانشکده علوم پزشکی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران (نویسنده مسؤول)

Email: torkamg@modares.ac.ir

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه فیزیوتراپی، دانشکده علوم پزشکی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

مسیر مونوسیناپتیک پلاتنار فلکسوری شده و در نتیجه موجب افزایش دامنه حرکتی دورسی فلکشن می شود. در این مطالعه اعمال WBV در یک جلسه و بررسی اثر حاد آن حاکی از مهار رفلکس H بوده است (۹). اگر چه تحقیقات اخیر نشان داده است که فعالیت رفلکسی بدون تغییر می ماند و یا کاهش می یابد (۱۵، ۹، ۷، ۱). اما این یافته ها با ادعای بهبود عملکرد عضله از طریق افزایش فعالیت رفلکسی متناقض است.

رفلکس H یکی از اندازه گیری های مهم الکتروفیزیولوژیکال است که فهم بهتر الگوی فعالیت عضلانی را از طریق ارزیابی رفلکس های نخاعی فراهم می کند. به ویژه که یک رفلکس مونوسیناپتیک می باشد که از طریق تحریک عصب پدیدار می شود و با رفلکس کششی قابل مقایسه است (۹). در نتیجه رفلکس H تخمینی از تحریک پذیری آلفا موتور نورون ها است. این اندازه گیری می تواند برای ارزیابی پاسخ سیستم عصبی به موقعیت های مختلف عصبی، آسیب های اسکلتی - عضلانی، کاربرد مدالیته های درمانی، درد، تمرین درمانی و عملکرد فعالیت های حرکتی به کار رود (۹). به طور معمول تغییرات رفلکس H بعد از اعمال WBV در یک شدت تحریک ثابت بررسی شده است و این مقدار درصدی از دامنه پاسخ M یا H_{max} بوده است. Ritzmann و همکاران منحنی فراخوانی رفلکس H (H-Reflex recruitment curve) را قبل و بعد از WBV از نوع Side-alternating در عضله سولئوس بررسی کردند و گزارش دادند که نسبت H_{max}/M_{max} در حین WBV و تا ۵ دقیقه بعد از کاربرد آن کاهش می یابد، اما در مورد سایر پارامترهای منحنی فراخوانی اطلاعاتی ارایه نشده است (۸). بنابراین برای بررسی دقیق اثرات WBV بر فعالیت عضلات، بهتر است منحنی فراخوانی رفلکس H ثبت گردد. بنابراین در مطالعه حاضر پاسخ کوتاه مدت منحنی فراخوانی رفلکس H عضله سولئوس پس از اعمال WBV بررسی شد تا تغییرات شدت تحریک و دامنه رفلکس H و پاسخ Mh در بازه ظهور رفلکس تا محو شدن آن به طور کامل ثبت شود. ثبت منحنی برانگیختگی دربرگیرنده اطلاعات عملکردی عضله بر اساس تغییرات

فیبرهای آوران Ia دوک عضلانی و در نتیجه تسهیل آلفا موتور نورون های همونیموس (Homonymous) است که در نهایت به دلیل افزایش فراخوانی موتورینیت ها، افزایش فرکانس آتش (Firing rate) و بهبود همزمانی عملکرد آن ها، افزایش فعالیت عضله و نیروی تولید شده را به دنبال خواهد داشت (۷). اعمال ویراسیون بر عضله یا تاندون آن پایانه های اولیه و ثانویه دوک عضلانی و همچنین آوران های Ib گلژی تاندون را فعال می کند. فعالیت پایانه های دوک عضلانی یک توالی رفلکس کششی (Stretch reflex) است که Tonic vibration reflex نامیده می شود (۸). این پاسخ رفلکسی موجب افزایش طول مکرر عضلات و تبدیل فعالیت آوران Ia به انقباضات رفلکسی می شود (۹) که در حقیقت افزایش فعالیت رفلکسی سیناپس موتور نورون - آوران Ia را به دنبال دارد (۱).

بر خلاف اثرات تسهیلی بیان شده، نتایج برخی مطالعات افزایش مهار پیش سیناپسی و مهار پاسخ های عضلانی را نشان می دهند. در این مطالعات ویراسیون مستقیم بر عضله و تاندون با افزایش مهار پیش سیناپسی، انتقال آوران Ia را کاهش داده است (۱۲-۱۰). همچنین Burke و همکاران و Desmedt و Godaux گزارش کردند که به دنبال اعمال ویراسیون مستقیم روی عضله و تاندون آن، یک دیس شارژ قوی در فیبرهای Ia همگرا ایجاد می شود که موجب مهار رفلکس H و رفلکس کششی آن عضله می شود (۱۴، ۱۳). افزایش دیس شارژ و مهار همزمان در عضله به دنبال اعمال ویراسیون به عنوان Vibration paradox شناخته می شود. توضیح این پدیده همسو با نتایج متناقض قبلی مبنی بر افزایش عملکرد عضله و از طرف دیگر عدم تغییر رفلکس کششی یا مهار رفلکس H عضله سولئوس می باشد (۷). در طول جابه جایی سینوسی توسط WBV و بسته به میزان فرکانس و دامنه ممکن است شتاب بالایی ایجاد شود که اثر مستقیمی بر فراخوانی و مهار برابند فعالیت رفلکس H دارد و ثبت رفلکس H می تواند به عنوان یک روش کمی برای توضیح اثرات نوروفیزیولوژیکال WBV استفاده شود (۹). Apple و همکاران گزارش کردند که WBV باعث مهار

مهارتی یا تسهیلی بعد از WBV خواهد بود.

مواد و روش‌ها

مطالعه حاضر از نوع کارآزمایی بالینی یک سویه کور بود که روی ۲۶ زن داوطلب سالم غیر ورزشکار در گروه فیزیوتراپی دانشگاه تربیت مدرس انجام شد. بر اساس نتایج مطالعه Kipp و همکاران، میانگین و انحراف معیار نسبت H_{max} به M_{max} قبل و بلافاصله بعد از کاربرد WBV به ترتیب 0.30 ± 0.06 و 0.26 ± 0.04 می‌باشد و با سطح اطمینان ۹۵ درصد و توان آزمون ۸۰ درصد و با استفاده از فرمول، حجم نمونه ۲۶ نفر تعیین گردید (۱). افراد در هیچ برنامه ورزشی منظم به میزان ۲-۳ بار در هفته و حداقل ۳۰ دقیقه شرکت نداشتند. نمونه‌گیری از نوع غیر تصادفی آسان بود. معیارهای ورود شامل: نداشتن جراحی ستون فقرات و اندام تحتانی، نداشتن ضایعات عصبی-اسکلتی-عضلانی، عدم بارداری، نداشتن سنگ کلیه و مثانه و سنگ کیسه صفرا، نداشتن مشکلات قلبی-عروقی، عدم ابتلا به صرع، نداشتن ایمپلنت و عمل Bypass، نداشتن تومور استخوانی، نداشتن کمردرد و مشکلات ستون فقرات، عدم ابتلا به میگرن شدید و عدم ابتلا به بیماری دیابت بود (۱۶). معیارهای خروج نیز شامل: عدم تمایل برای ادامه شرکت در جلسات، عدم تحمل تحریکات الکتریکی، حساسیت پوستی به تحریکات الکتریکی و بروز عوارض جانبی نسبت به دستگاه ویراسیون مانند سرگیجه و خارش پوستی بود. افراد مورد مطالعه بعد از آشنایی با روند مطالعه شامل تعداد جلسات، نحوه انجام تست‌ها و مدت زمان آن‌ها، رضایت‌نامه کتبی برای حضور داوطلبانه در مطالعه را امضا کردند. این مطالعه در کمیته اخلاق پزشکی دانشگاه تربیت مدرس مورد تأیید قرار گرفت.

طراحی مطالعه

مطالعه حاضر با هدف، بررسی اثرات کوتاه مدت WBV بر ویژگی‌های منحنی فراخوانی رفلکس H شامل شدت تحریک لازم برای ثبت آستانه منحنی، دامنه ابتدایی و حداکثر رفلکس H، شدت مورد نیاز برای ثبت دامنه حداکثر و پاسخ M در حضور H (Mh) طراحی شد. بدین منظور افراد مورد مطالعه

به ترتیب در دو جلسه جداگانه به صورت شم (وضعیت نیمه اسکوات روی صفحه WBV خاموش) و آزمون (وضعیت نیمه اسکوات روی صفحه WBV روشن) با فاصله زمانی ۴۸-۲۴ ساعت مورد ارزیابی قرار گرفتند. ثبت رفلکس H و پاسخ Mh از عضله سولئوس پای راست در چهار زمان قبل، بلافاصله، ۵ و ۱۰ دقیقه بعد از آخرین دوره تمرین ویراسیون انجام گرفت.

مراحل انجام آزمایش

در جلسه اول که به عنوان جلسه شم در نظر گرفته شده بود، پس از تکمیل پرسش‌نامه و معاینه رفلکسی زانو و مچ پا، پایداری رفلکس H با ۵ ثبت متوالی حداکثر پاسخ H بررسی شد تا اطمینان حاصل شود که تغییرات دامنه کمتر از ۱۰ درصد است، سپس از عدم خستگی، داشتن خواب کافی، عدم مصرف دارو و عدم استرس روحی افراد اطمینان حاصل شد. در صورت داشتن معیارهای ورود، شرکت کنندگان با تکمیل فرم رضایت آگاهانه وارد مطالعه شدند. بعد از مراحل مقدماتی، برای ثبت منحنی فراخوانی، فرد به وضعیت پرون قرار می‌گرفت. سپس الکترودهای تحریک و ثبات به فرد متصل و دامنه و شدت ابتدایی، حداکثر و انتهایی رفلکس H تعیین شد. بعد از ثبت منحنی فراخوانی، در حالی که الکترودها به پای فرد متصل بود، با کمک آزمونگر روی صفحه ویراسیون قرار گرفت و مختصات پاها و زاویه تنه و زانو تنظیم شد. در این مرحله فرد در سه دوره یک دقیقه‌ای (دستگاه خاموش) به حالت نیمه اسکوات با زمان استراحت یک دقیقه بین دوره‌ها روی صفحه ایستاد. هنگام استراحت نیز فرد روی صندلی می‌نشست. در ابتدای هر دوره نیز وضعیت قرارگیری پاها، زاویه زانو و تنه کنترل می‌شد. بعد از سومین دوره فرد بلافاصله در وضعیت ثبت رفلکس قرار گرفت و منحنی فراخوانی بلافاصله، ۵ و ۱۰ دقیقه بعد از دوره سوم ثبت شد. در جلسه دوم همه مراحل جلسه اول تکرار شد و تنها تفاوت، وضعیت روشن بودن دستگاه ویراسیون در سه دوره تنظیم شده بود.

تمرین WBV

برای تحریک ویراسیون کل بدن از دستگاه WBV (FitVib medical, Uniphy elektromedizin GmbH,) (Germany) استفاده شد. تکرارپذیری خروجی شتاب دستگاه

هدفون استفاده کردند. به منظور این که آزمودنی‌ها تا جلسه آزمون هیچ تجربه‌ای در زمینه حس ارتعاشات دستگاه ویراسیون نداشته باشند، جلسات به صورت غیر تصادفی به ترتیب به صورت شم و آزمون در نظر گرفته شد.

ثبت پاسخ الکترومیوگرافی

فرد به صورت پرون روی تخت می‌خوابید؛ به طوری که مچ پا بیرون از لبه تخت قرار می‌گرفت. برای تحریک عصب تیپال از دستگاه تحریک الکتریکی طراحی شده به سفارش گروه فیزیوتراپی دانشگاه تربیت مدرس، دستگاه ایزولاتور (NIHON KOHDEN, Shinjuku, Japan) برای انتقال جریان ایزوله به بدن افراد و الکتروود تحریک به صورت بار الکتروود با ابعاد $5/5 \times 3$ سانتی‌متر و فاصله ۴ سانتی‌متر بین کاتد و آند (Recording electrode, EB Neuro, Italy) مورد استفاده قرار گرفت. جریان تحریکی شامل پالس مربعی با پهنای $0/1$ میلی‌ثانیه و فرکانس $0/2$ هرتز بود تا از خستگی پیشگیری نماید. برای ثبت پاسخ از دستگاه الکترومیوگرافی (Neuro-EMG-Micro, Neurosoft, Russia) و نرم‌افزار ثبت و پردازشی آن و الکتروودهای ثابت و زمین که از جنس کلرید نقره با قطر ۱ سانتی‌متر و با واسطه الکتروولیت (Lubricating jelly, Abzar darman co, Teharan, Iran) روی پوست قرار می‌گرفتند، استفاده شد. بعد از آماده‌سازی مناسب پوست برای کاهش امپدانس شامل زدایش مو و تمیز کردن پوست با الکل، الکتروود تحریک در حفره پشت زانو بین تاندون عضلات دو سر رانی و نیمه غشایی کمی متمایل به سمت خارج قرار داده شد و با تغییرات جزئی بهترین محل برای تحریک عصب تیپال مشخص و الکتروود تحریک با نوار ولکرو ثابت شد. الکتروودهای ثابت روی عضله سولئوس در امتداد تاندون آشیل و به طور تقریبی منطبق بر شیار بین دو سر عضله گاستروکنمیوس بود. برای به دست آوردن این محل، فاصله بین خط پشت زانو و قوزک داخلی به وسیله متر نواری اندازه‌گیری شد و الکتروود کاتد در وسط این فاصله قرار گرفت. الکتروودها به وسیله چسب ضد حساسیت ثابت شدند. الکتروود زمین هم در فاصله بین الکتروودهای ثابت و تحریک ثابت شد. دمای پوست ناحیه ساق پای افراد هم با ترمومتر

ویراسیون ۹۲-۸۴ درصد گزارش شد که حاکی از تکرارپذیری عالی این دستگاه است (۱۷). تحریک ویراسیون با دامنه قله به قله ۲-۴ میلی‌متر و فرکانس ۳۰ هرتز که به عنوان فرکانس مؤثر بر افزایش فعالیت و توان عضلات و حداقل شتاب وارد شده به سر شناخته می‌شود، اعمال شد (۱۹، ۱۸، ۱۶). در جلسه شم افراد به صورت نیمه اسکوات (Unloaded static semi-squat) (زانو در وضعیت ۳۰ درجه فلکشن) روی صفحه WBV خاموش می‌ایستادند؛ به طوری که برای جلوگیری از افتادن، دسته‌های دستگاه ویراسیون را نگه می‌داشتند (شکل ۱) و زاویه زانو در هر دوره به وسیله گونیامتر دستی (Goniometer, Osaka, Japan) کنترل شد تا در تمام افراد یکسان باشد. آزمودنی‌ها به صورت پابرنه روی صفحه ویراسیون ایستادند تا از تأثیر کفش در کاهش انرژی ویراسیون ممانعت شود. به منظور این که محل قرارگیری پای هر فرد در دو جلسه شم و آزمون و همچنین در سه دوره تمرین مشابه باشد، صفحه‌ای با خطوط افقی و عمودی و زوایای مشخص رسم شد و روی صفحه ویراسیون چسبانده شد. برای جلوگیری از مداخله صداهای محیط اطراف حین ثبت رفلکس H و اثر صدای دستگاه ویراسیون روشن، تمام آزمودنی‌ها در تمام طول زمان آزمایش‌ها از گوشی



شکل ۱. وضعیت قرارگیری روی صفحه ویراسیون

Paired t استفاده گردید. برای حذف عوامل مداخله‌گر بر منحنی‌های ثبت شده در دو جلسه شم و آزمون، تمام داده‌های ثبت شده در هر جلسه نسبت به اولین داده‌های ثبت شده در همان جلسه (قبل از مداخله)، نرمال شدند. سطح معنی‌داری $P < 0/05$ در نظر گرفته شد

یافته‌ها

اطلاعات دموگرافیک آزمودنی‌ها در جدول ۱ گزارش شده است. مقدار دامنه‌های قله به قله رفلکس H ابتدایی و حداکثر، شدت نظیر آن‌ها و پاسخ Mh در حالت پایه (قبل از مداخله) بین دو روز اختلاف معنی‌داری نداشت ($P > 0/05$) و مقادیر به دست آمده برای آن‌ها بین زمان‌های مختلف در جلسه شم و آزمون به ترتیب در جداول ۲ و ۳ آمده است.

در جلسه شم درصد تغییرات شدت لازم برای ظهور رفلکس H بلافاصله، ۵ و ۱۰ دقیقه بعد از ویراسیون افزایش نشان داد که این افزایش بلافاصله بعد از ویراسیون نسبت به ۵ و ۱۰ دقیقه بعد از آن معنی‌دار بود (نمودار ۱، قسمت الف). درصد تغییرات دامنه ابتدایی رفلکس نیز در زمان‌های ذکر شده به ترتیب افزایش ۵/۸، ۷/۸ و ۶/۶ درصدی را نشان داد که از لحاظ آماری به سطح معنی‌داری نرسید ($P > 0/05$). درصد تغییرات شدت مورد نیاز برای ثبت H_{max} افزایش

دیجیتال مدل Iskra با دقت ۰/۱ درجه اندازه‌گیری شد. برای ثبت منحنی رفلکس H عضله سولتوس، شدت جریان تحریکی از زیر آستانه ظهور پاسخ H تا شدت لازم برای ثبت پاسخ M و ناپدید شدن پاسخ H تنظیم شد. در نهایت رفلکس H با ۱۳ شدت تحریک که هر شدت سه بار تکرار می‌شد، ثبت گردید و پس از انتقال اطلاعات در برنامه Lab view منحنی فراخوانی ترسیم گردید.

پردازش داده‌ها

ابتدا داده‌های خام شامل دامنه‌های قله به قله نظیر ۳۹ شدت تحریک اعمال شده برای هر Trial از نرم‌افزار Neuro-MEP استخراج و با استفاده از نرم‌افزار پردازشی Lab view منحنی فراخوانی رسم شد. سپس دامنه‌های قله به قله رفلکس H ابتدایی و حداکثر، شدت نظیر آن‌ها و پاسخ Mh تعیین گردید.

آنالیزهای آماری

برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار آماری SPSS نسخه ۱۶ (version 16, SPSS Inc., Chicago, IL) استفاده شد و جهت توزیع طبیعی داده‌ها از آزمون Kolmogorov-Smirnov استفاده شد. از آزمون Repeated measurement ANOVA برای بررسی نتایج در هر جلسه و برای مقایسه جلسه آزمون و شم از آزمون

جدول ۱. اطلاعات دموگرافیک شرکت کنندگان

سن (سال)	قد (متر)	وزن (کیلوگرم)	BMI* (کیلوگرم/متر ^۲)
۲۶/۱۱ ± ۲/۸۵	۱/۶۳ ± ۰/۵۳	۵۷/۱۷ ± ۷/۰۹	۲۱/۴۴ ± ۲/۴۴

*Body mass index

جدول ۲. میانگین و انحراف معیار تغییرات پارامترهای منحنی فراخوانی رفلکس H در پاسخ به WBV (Whole body vibration) در جلسه شم

متغیر	قبل از	بلافاصله بعد از	۵ دقیقه بعد از	۱۰ دقیقه بعد از
شدت تحریک آستانه منحنی (میلی‌آمپر)	۷/۰۴ (۲/۵۷)	*۸/۰۲ (۲/۶۳)	*۷/۵۴ (۲/۶۲)	*۷/۴۹ (۲/۴)
دامنه قله به قله H ابتدایی (میلی‌ولت)	۰/۴۸ (۰/۵۷)	۰/۷۳ (۱/۰۵)	۰/۹۵ (۱/۴۲)	۰/۷۹ (۱/۰۳۱)
شدت تحریک لازم برای ثبت H_{max} (میلی‌آمپر)	۱۰/۷۲ (۴/۰۴)	*۱۱/۹۶ (۴/۶۰)	۱۰/۹۳ (۴/۷۴)	۱۰/۸۸ (۴/۲۸)
دامنه قله به قله H_{max} (میلی‌ولت)	۵/۶۶ (۱/۷۴)	۵/۷۳ (۱/۴۷)	۵/۳۸ (۱/۶۷)	*۵/۲۵ (۱/۷۶)
دامنه قله به قله پاسخ Mh (میلی‌ولت)	۰/۷۶ (۰/۵۴)	*۰/۳۹ (۰/۴۸)	*۰/۷۰ (۰/۶۵)	*۰/۷۴ (۰/۷۰)

* $P < 0/05$

جدول ۳. میانگین و انحراف معیار پارامترهای منحنی فراخوانی رفلکس H در پاسخ به WBV (Whole body vibration) در جلسه آزمون

متغیر	قبل از	بلافاصله بعد از	۵ دقیقه بعد از	۱۰ دقیقه بعد از
شدت تحریک آستانه منحنی (میلی آمپر)	۷/۱۴ (۲/۶۱)	۸/۰۵ (۲/۸۳)*	۷/۴۲ (۲/۵۷)	۷/۶۳ (۲/۶۴)
دامنه قله به قله H ابتدایی (میلی ولت)	۰/۴۴ (۰/۴۹)	۰/۶۲ (۰/۷۹)	۰/۷۹ (۰/۸۷)	۱/۱۶ (۱/۳۳)
شدت تحریک لازم برای ثبت H _{max} (میلی آمپر)	۱۰/۲۵ (۴/۲۰)	۱۱/۵۳ (۴/۱۲)*	۱۰/۲۲ (۴/۶۸)	۱۰/۵۱ (۴/۵۵)
دامنه قله به قله H _{max} (میلی ولت)	۵/۲۶ (۱/۸۶)	۵/۱۹ (۱/۶۵)	۵/۱۳ (۱/۷۶)	۴/۹۴ (۱/۸۸)
دامنه قله به قله پاسخ Mh (میلی ولت)	۰/۹۱ (۱/۱۰)	۰/۸۳ (۱/۴۲)	۰/۶۵ (۰/۹۹)	۰/۹۸ (۱/۳۰)

*P < ۰/۰۵

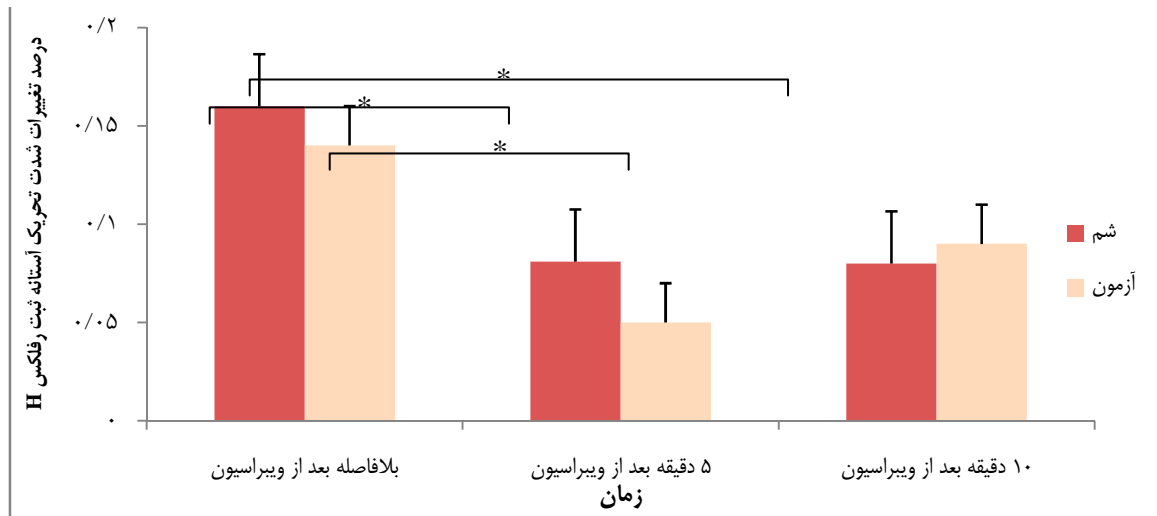
بحث

هدف این مطالعه، بررسی اثرات کوتاه مدت WBV بر منحنی فراخوانی رفلکس H عضله سولئوس به عنوان یک ابزار اندازه‌گیری تحریک‌پذیری موتورنورون‌ها بود. یکی از یافته‌های اصلی این مطالعه، افزایش منحنی‌دار شدت مورد نیاز برای ثبت آستانه منحنی رفلکس H و افزایش دامنه H_{max} بلافاصله و کاهش آن در ۵ و ۱۰ دقیقه بعد از مداخله در جلسه ششم بود. همچنین شدت مورد نیاز برای ثبت H_{max} بعد از ویبراسیون در دو جلسه ششم و آزمون افزایش منحنی‌داری را نشان داد.

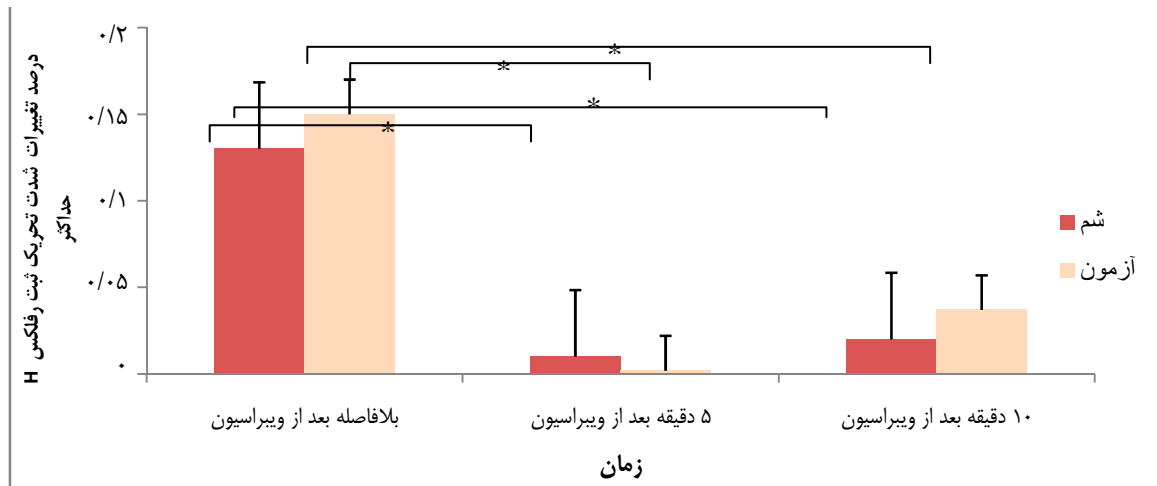
نتایج مطالعه حاضر نشان داد که حفظ وضعیت نیمه اسکوات روی دستگاه WBV خاموش باعث مهار پاسخ‌های رفلکسی نخاعی می‌شود، اگر چه این پاسخ‌های مهار با اعمال ویبراسیون کمتر بود، اما اختلاف منحنی‌داری بین جلسه ششم و آزمون وجود نداشت. این مهار در جلسه ششم بیشتر از جلسه آزمون بود و با اعمال ویبراسیون هیچ تسهیل رفلکسی منحنی‌داری در بازه‌های زمانی مورد نظر مشاهده نشد؛ در حالی که مطالعات قبلی اثرات مفید WBV را به تسهیل رفلکسی ربط داده‌اند (۲۰، ۵). البته در برخی مطالعات نیز کاهش آنی دامنه رفلکس H را پس از دوره‌های تمرینی دوچرخه ثابت و دویدن آهسته گزارش کرده‌اند (۲۲، ۲۱، ۱۱). نتایج به دست آمده در مطالعه حاضر با مهار گزارش شده بعد از ویبراسیون مستقیم روی تاندون و عضله سازگار است (۲۳، ۱۱)، اما این مهار رفلکسی نخاعی با تسهیل مسیرهای کورتیکواسپینال که حین ویبراسیون مستقیم عضله به وسیله TMS (Transcranial magnetic stimulation) گزارش شده

معنی‌داری نشان داد که این افزایش بلافاصله بعد از ویبراسیون نسبت به ۵ و ۱۰ دقیقه بعد از آن منحنی‌دار بود (نمودار ۱، قسمت ب). همچنین درصد تغییرات دامنه حداکثر بلافاصله بعد از WBV افزایش و سپس کاهش نشان داد که کاهش ۵ و ۱۰ دقیقه‌ای نسبت به افزایش بلافاصله‌ای بعد از ویبراسیون منحنی‌دار بود (نمودار ۱، قسمت ج). درصد تغییرات پاسخ Mh در این جلسه اختلاف منحنی‌داری را نشان نداد (P > ۰/۰۵).

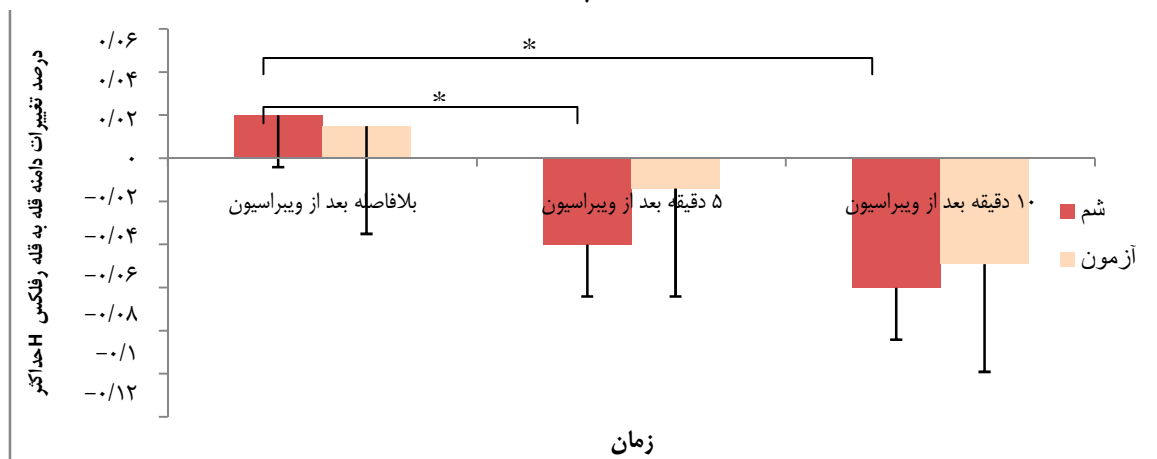
در جلسه آزمون، درصد تغییرات شدت لازم برای ظهور رفلکس H بلافاصله، ۵ و ۱۰ دقیقه بعد از WBV افزایش نشان داد که این افزایش بلافاصله بعد از ویبراسیون نسبت به ۵ دقیقه بعد از آن منحنی‌دار بود (نمودار ۱، قسمت الف). همچنین درصد تغییرات دامنه ابتدایی رفلکس افزایش نشان داد که به سطح منحنی‌داری نرسید (P > ۰/۰۵). درصد تغییرات شدت مورد نیاز برای ثبت H_{max} تغییرات منحنی‌داری را نشان داد؛ به طوری که افزایش بلافاصله بعد از WBV نسبت به کاهش ۵ دقیقه بعد از ویبراسیون و افزایش بعد از ۱۰ دقیقه منحنی‌دار بود (نمودار ۱، قسمت ب). درصد تغییرات H_{max} نیز بلافاصله بعد از ویبراسیون افزایش ۰/۰۲ درصدی و ۵ و ۱۰ دقیقه بعد از مداخله به ترتیب کاهش ۰/۰۱ و ۰/۰۵ درصدی را نشان داد که به لحاظ آماری به سطح منحنی‌داری نرسید (P > ۰/۰۵). درصد تغییرات پاسخ Mh در هر دو جلسه بین زمان‌های ذکر شده بعد از ویبراسیون اختلاف منحنی‌داری نشان نداد (P > ۰/۰۵). درصد تغییرات تمام متغیرهای مذکور بین دو جلسه ششم و آزمون نیز هیچ‌گونه اختلاف منحنی‌داری را بین دو جلسه نشان نداد (P > ۰/۰۵) که در نمودار ۱ قابل مشاهده است.



الف



ب



ج

نمودار ۱. الف: تغییرات شدت تحریک آستانه ثبت رفلکس H ب: تغییرات شدت تحریک ثبت رفلکس H حداکثر و ج: تغییرات دامنه قله به قله رفلکس H در سه زمان بلافاصله، ۵ و ۱۰ دقیقه بعد از ویراسیون در دو جلسه شم و آزمون

* $P < 0.05$

WBV با فرکانس ۳۰ هرتز باعث ۳۰٪ فعالیت مکرر رفلکسی عضله در ثانیه می‌شود (۲۸). بنابراین کاهش دامنه رفلکس H حین WBV می‌تواند به علت مهار Post activation depression (PAD) باشد. کاهش رهاسازی انتقال دهنده‌های آوران $I\alpha$ را به علت فعالیت‌های پیشین منعکس می‌کند (۲۹)، تحریکات مکرر باعث تحلیل انتقال دهنده پایانه‌های عصبی پیش‌سیناپسی و در نتیجه کاهش تحریک پس‌سیناپسی می‌شود (۳۰). هر دوره WBV یک گشتاور دورسی فلکسوری تولید می‌کند و باعث کشش عضلات کاف می‌شود (۳۱) و بنابراین یک فعالیت متوالی و وابسته به فرکانس را به دوک‌های عضلانی القا می‌کند (۲۸). در حین WBV این تحریکات از طریق آوران‌های $I\alpha$ منتقل شده و دیس شارژهای زیادی را به سمت حوضچه α -موتورنورون روانه می‌کند (۳۱، ۲۸). بنابراین PAD می‌تواند یکی از علل اصلی مهار رفلکس H حین و بلافاصله بعد از WBV باشد. البته ماندگاری اثر مهاری مکانیسم PAD فقط ۱۰ ثانیه گزارش شده است (۲۹) و به کمک این مکانیسم نمی‌توان عدم ریکاوری یا ریکاوری ناتمام رفلکس H تا ۱۰ دقیقه بعد از WBV را توضیح داد. همان طور که پیش‌تر نیز اشاره شد، مهار رفلکس‌های H و کششی حین و بعد از ویراسیون تاندون گزارش شده است (۱۱، ۱۲) که افزایش مهار پیش‌سیناپسی اینترنورون‌های GABAergic در این مهار دخالت دارد (۱۰).

نکته قابل توجه در یافته‌های مطالعه حاضر این است که پاسخ Mh در جلسه ششم کاهش معنی‌داری را نشان داد، اما اعمال ویراسیون این مهار معنی‌دار ناشی از حفظ وضعیت را از بین برده است. این رفتار می‌تواند نشان دهنده تغییراتی در صفحه محرکه عضله با اعمال ویراسیون باشد و پیشنهاد می‌شود این موضوع با ثبت پاسخ‌های برانگیخته حرکتی (Motor evoked potential) در مطالعات آینده مورد توجه قرار گیرد. با توجه به جابه‌جایی منحنی فراخوانی رفلکس H به سمت راست و ثبت پاسخ‌های H با شدت تحریک‌های بالاتر پس از اعمال ویراسیون، بنابراین بهبود عملکرد بعد از اعمال WBV در موارد ورزشی و توان‌بخشی را نمی‌توان به

است، در تضاد است (۲۴، ۲۵). Armstrong و همکاران نشان دادند که دامنه رفلکس H بلافاصله بعد از یک دوره یک دقیقه‌ای WBV کاهش می‌یابد، اما ریکاوری آن در افراد مختلف، الگوی متفاوتی را نشان می‌دهد (۱۵). Apple و همکاران مهار رفلکس H و افزایش دامنه حرکتی میچ پا را بلافاصله بعد از WBV گزارش کردند (۹). همچنین مهار رفلکس H بلافاصله بعد از WBV در عضلات با توزیع متفاوت فیبرهای عضلانی (سولئوس و گاستروکنمیوس داخلی به ترتیب به عنوان نماینده عضلات کند و تند انقباض) توسط Kipp و همکاران گزارش شد و آن‌ها تأکید داشتند که این اثر مهاری به نوع توزیع فیبرها بستگی ندارد (۱). Ritzmann و همکاران بر کاهش نسبت H_{max} بر M_{max} بلافاصله بعد از WBV تأکید کردند (۸). نتایج مطالعه حاضر نیز یافته‌های قبلی را تأیید می‌کند.

بررسی منحنی فراخوانی رفلکس H در این مطالعه نشان داد که حتی شدت تحریک لازم برای ثبت آستانه منحنی و حداکثر دامنه قله به قله نیز افزایش می‌یابد و منحنی به طور کامل به سمت راست جابه‌جا می‌شود که این مسأله حاکی از مهار رفلکس نخاعی H می‌باشد. با توجه به این‌که جابه‌جایی منحنی فراخوانی به سمت راست و پاسخ مهاری در دو جلسه ششم و آزمون به صورت مشابه دیده شده است، به نظر می‌رسد حفظ وضعیت نیمه اسکوات و مکانیسم‌های کنترلی فعال شده مانند انقباض عضلات اکستانسوری در مهار منحنی فراخوانی رفلکس H مؤثر باشد و اعمال ویراسیون نیز هیچ اثر تسهیلی بر این پاسخ مهاری نداشته است. این یافته‌ها با بیان مکانیسم اثر WBV بر مبنای انقباضات رفلکسی (TVR) در تناقض است (۲۶، ۲۷)؛ چرا که TVR ناشی از انقباض تونیک عضله در حین اعمال ویراسیون مستقیم بالک یا تاندون عضله است. البته با توجه به این‌که همزمان با این انقباض تونیک کاهش رفلکس‌های کششی نیز گزارش شده است، شاید ثبت پاسخ انقباضی و رفلکسی عضله در حین و بعد از اعمال ویراسیون در مطالعات آینده برخی ابهامات موجود در مورد مکانیسم اثر ویراسیون را مشخص نماید. مکانیسم‌های بالقوه پاسخگو برای کاهش انتقال آوران $I\alpha$ متنوع هستند (۸).

به نتایج این مطالعه که مهار پاسخ رفلکس نخاعی را در افراد سالم نشان می‌دهد، استفاده از ویراسیون سراسری بدن به منظور بهبود علایمی مانند هایپررفلکسی و اسپاستیسیته در بیماران نورولوژیک به خصوص بیماران دچار سکنه مغزی قابل بررسی است، اما این امر مستلزم مطالعات بیشتر در زمینه اثرات ویراسیون بر این بیماران می‌باشد.

محدودیت‌ها

با توجه به تأثیرپذیری رفلکس H از شرایط محیطی، جسمی و روحی افراد، پیگیری تغییرات رفلکس H در زمان‌های طولانی‌تر پس از اعمال ویراسیون به دلیل خستگی افراد مقدور نبود که باید در مطالعات آینده مورد توجه قرار گیرد. علاوه بر این، مطالعه بر روی زنان غیر ورزشکار انجام شد که وجود میزان چربی زیرپوستی در ناحیه پوپلیتال موجب حذف تعداد زیادی از داوطلبان شد. بنابراین پیشنهاد می‌شود در مطالعات آینده ثبت این فرایند در زنان و مردان به صورت توأم انجام شود.

تشکر و قدردانی

نتایج ارائه شده در این مطالعه مستخرج از پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه تربیت مدرس است که بدین وسیله نویسندگان مراتب قدردانی خود را از مسؤولین پژوهشی دانشگاه اعلام می‌دارند.

تسهیل رفلکسی نسبت داد. اگر چه محققان افزایش توان و فعالیت عضله (۱۹، ۳، ۲) و افزایش ارتفاع پرش (۲۰، ۱۸) را پس اعمال ویراسیون با مکانیسم رفلکسی توجیه کرده‌اند، اما به نظر می‌رسد مطالعات آینده باید این رویکردها را بیشتر به چالش بکشد.

نتیجه‌گیری

نتایج این مطالعه مهار رفلکس H و مهار مسیر آوران α -Ia موتورنورون بلافاصله بعد از WBV را نشان داد؛ به طوری که ارزیابی تا ۱۰ دقیقه بعد از WBV نیز گویای عدم ریکاوری یا ریکاوری ناتمام این مهار بودند. یافته‌های این مطالعه با نتایج مطالعات قبلی در این زمینه و مطالعات در زمینه ویراسیون مستقیم روی تاندون عضله سازگار است. از مکانیسم‌های احتمالی برای ساپرن رفلکسی می‌توان PAD، مهار پیش‌سیناپسی و تغییر در حساسیت دوک عضلانی را ذکر کرد. این مطالعه یک مطالعه مقدماتی بود که نتایج آن می‌تواند پایه‌ای برای طرح و اجرای مطالعات بعدی باشد. در این مطالعه فقط اثرات کوتاه مدت WBV به مدت ۱۰ دقیقه بررسی شد؛ در حالی که تمرینات درازمدت و پیگیری اثرات ویراسیون در زمان طولانی‌تر و با تفکیک عضلات آگونیست و آنتاگونیست و کند انقباض و تند انقباض نیز ممکن است اثرات متفاوتی را بر مسیرهای عصبی بر جای گذارد. با توجه

References

1. Kipp K, Johnson ST, Doeringer JR, Hoffman MA. Spinal reflex excitability and homosynaptic depression after a bout of whole-body vibration. *Muscle Nerve* 2011; 43(2): 259-62.
2. Bosco C, Colli R, Introini E, Cardinale M, Tsarpela O, Madella A, et al. Adaptive responses of human skeletal muscle to vibration exposure. *Clin Physiol* 1999; 19(2): 183-7.
3. Cormie P, Deane RS, Triplett NT, McBride JM. Acute effects of whole-body vibration on muscle activity, strength, and power. *J Strength Cond Res* 2006; 20(2): 257-61.
4. Kawanabe K, Kawashima A, Sashimoto I, Takeda T, Sato Y, Iwamoto J. Effect of whole-body vibration exercise and muscle strengthening, balance, and walking exercises on walking ability in the elderly. *Keio J Med* 2007; 56(1): 28-33.
5. Bosco C, Iacovelli M, Tsarpela O, Cardinale M, Bonifazi M, Tihanyi J, et al. Hormonal responses to whole-body vibration in men. *Eur J Appl Physiol* 2000; 81(6): 449-54.
6. Lam TP, Ng BK, Cheung LW, Lee KM, Qin L, Cheng JC. Effect of whole body vibration (WBV) therapy on bone density and bone quality in osteopenic girls with adolescent idiopathic scoliosis: a randomized, controlled trial. *Osteoporos Int* 2012.
7. Sayenko DG, Masani K, Alizadeh-Meghrazhi M, Popovic MR, Craven BC. Acute effects of whole body vibration during passive standing on soleus H-reflex in subjects with and without spinal cord injury. *Neurosci Lett* 2010; 482(1): 66-70.

8. Ritzmann R, Kramer A, Gollhofer A, Taube W. The effect of whole body vibration on the H-reflex, the stretch reflex, and the short-latency response during hopping. *Scand J Med Sci Sports* 2011.
9. Apple S, Ehlert K, Hysinger P, Nash C, Voight M, Sells P. The Effect of Whole Body Vibration on Ankle Range of Motion and the H-reflex. *N Am J Sports Phys Ther* 2010; 5(1): 33-9.
10. Gillies JD, Lance JW, Neilson PD, Tassinari CA. Presynaptic inhibition of the monosynaptic reflex by vibration. *J Physiol* 1969; 205(2): 329-39.
11. Van BA. Differential effects of low-frequency depression, vibration-induced inhibition, and posttetanic potentiation on H-reflexes and tendon jerks in the human soleus muscle. *J Neurophysiol* 1986; 55(3): 551-68.
12. Kipp K, Johnson ST, Hoffman MA. Spectral properties of H-reflex recordings after an acute bout of whole-body vibration. *J Strength Cond Res* 2012; 26(7): 1915-9.
13. Desmedt JE, Godaux E. Mechanism of the vibration paradox: excitatory and inhibitory effects of tendon vibration on single soleus muscle motor units in man. *J Physiol* 1978; 285: 197-207.
14. Burke D, Hagbarth KE, Lofstedt L, Wallin BG. The responses of human muscle spindle endings to vibration of non-contracting muscles. *J Physiol* 1976; 261(3): 673-93.
15. Armstrong WJ, Nestle HN, Grinnell DC, Cole LD, Van Gilder EL, Warren GS, et al. The acute effect of whole-body vibration on the hoffmann reflex. *J Strength Cond Res* 2008; 22(2): 471-6.
16. Pollock RD, Woledge RC, Mills KR, Martin FC, Newham DJ. Muscle activity and acceleration during whole body vibration: effect of frequency and amplitude. *Clin Biomech (Bristol, Avon)* 2010; 25(8): 840-6.
17. Simorgh L. Evaluation of the effects of short-term whole body vibration training on neuromuscular response in healthy young and postmenopausal women [Thesis]. Tehran, Iran: Tarbiat Modares University; 2012. [In Persian].
18. Gerodimos V, Zafeiridis A, Karatrantou K, Vasilopoulou T, Chanou K, Pispirikou E. The acute effects of different whole-body vibration amplitudes and frequencies on flexibility and vertical jumping performance. *J Sci Med Sport* 2010; 13(4): 438-43.
19. Cardinale M, Lim J. Electromyography activity of vastus lateralis muscle during whole-body vibrations of different frequencies. *J Strength Cond Res* 2003; 17(3): 621-4.
20. Cochrane DJ, Stannard SR. Acute whole body vibration training increases vertical jump and flexibility performance in elite female field hockey players. *Br J Sports Med* 2005; 39(11): 860-5.
21. Bulbulian R, Darabos BL. Motor neuron excitability: the Hoffmann reflex following exercise of low and high intensity. *Med Sci Sports Exerc* 1986; 18(6): 697-702.
22. Bulbulian R, Bowles DK. Effect of downhill running on motoneuron pool excitability. *J Appl Physiol* 1992; 73(3): 968-73.
23. De GP, Lance JW, Neilson PD. Differential effects on tonic and phasic reflex mechanisms produced by vibration of muscles in man. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1966; 29(1): 1-11.
24. Forner-Cordero A, Steyvers M, Levin O, Alaerts K, Swinnen SP. Changes in corticomotor excitability following prolonged muscle tendon vibration. *Behav Brain Res* 2008; 190(1): 41-9.
25. Kossev A, Siggelkow S, Schubert M, Wohlfarth K, Dengler R. Muscle vibration: different effects on transcranial magnetic and electrical stimulation. *Muscle Nerve* 1999; 22(7): 946-8.
26. Cardinale M, Bosco C. The use of vibration as an exercise intervention. *Exerc Sport Sci Rev* 2003; 31(1): 3-7.
27. Torvinen S, Kannu P, Sievanen H, Jarvinen TA, Pasanen M, Kontulainen S, et al. Effect of a vibration exposure on muscular performance and body balance. Randomized cross-over study. *Clin Physiol Funct Imaging* 2002; 22(2): 145-52.
28. Ritzmann R, Kramer A, Gruber M, Gollhofer A, Taube W. EMG activity during whole body vibration: motion artifacts or stretch reflexes? *Eur J Appl Physiol* 2010; 110(1): 143-51.
29. Crone C, Nielsen J. Methodological implications of the post activation depression of the soleus H-reflex in man. *Exp Brain Res* 1989; 78(1): 28-32.
30. Pinco M, Lev-Tov A. Modulation of monosynaptic excitation in the neonatal rat spinal cord. *J Neurophysiol* 1993; 70(3): 1151-8.
31. Cochrane DJ, Loram ID, Stannard SR, Rittweger J. Changes in joint angle, muscle-tendon complex length, muscle contractile tissue displacement, and modulation of EMG activity during acute whole-body vibration. *Muscle Nerve* 2009; 40(3): 420-9.

The acute effect of whole body vibration on the h-reflex recruitment curve in soleus muscle

Leila Dadashi¹, Giti Torkaman*

Abstract

Original Article

Introduction: Despite the facilitatory effects after applied whole body vibration (WBV), results of some studies have shown the increase of muscle response depression. The purpose of this study was to investigate the acute response of H-reflex recruitment curve in soleus muscle after one session of WBV.

Materials and Methods: Twenty six non-athletes volunteer healthy women (mean age \pm SD; 26.11 ± 2.85 years) were participated in this study. All subjects received two different sham and test sessions. They stood on the vibration plate in semi squat position. In test session, WBV was applied with frequency of 30Hz and peak to peak amplitude of 3mm during 3 minutes. Soleus H-reflex recruitment curve was recorded before, immediately after, 5 and 10 minutes after WBV.

Results: The intensity of H-reflex recruitment curve threshold and H_{max} were significantly increased immediately after WBV in both sessions ($P < 0.05$). Peak to peak amplitude of initial H-reflex were prominently decreased in both sessions whereas, peak to peak amplitude of H_{max} was decreased only in sham session ($P < 0.05$). The analysis of threshold and peak to peak amplitude, the parameters of H-reflex recruitment curve, between two sessions showed no significant difference ($P > 0.05$).

Conclusion: Considering the right shift of H-reflex recruitment curve and depression response in two sham and test sessions, it seems that maintaining of semi squat position and activated control mechanisms, such as extensor muscles contraction, affects this inhibitory response and WBV had no facilitatory effect on this depression response.

Keywords: H-reflex, Soleus muscle, Whole body vibration, Semi squat position

Citation: Dadashi L, Torkaman G. **The acute effect of whole body vibration on the h-reflex recruitment curve in soleus muscle.** J Res Rehabil Sci 2013; 8(8): 1285-95.

Received date: 09/01/2013

Accept date: 02/03/2013

* Professor, Department of Physiotherapy, School of Medical Sciences, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran (Corresponding Author) Email: torkamg@modares.ac.ir

1- MSc Student, Department of Physiotherapy, School of Medical Sciences, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran