تأثیر تمرین کوتاه‌مدت همراه با ویبراسیون کل بدن بر فعالیت الکترومیوگرافی عضلات سولئوس و گاستروکنمیوس در زنان جوان سالم

لیلا سیمرغ[1]، گیتی ترکمان[*]، سید محمد فیروزآبادی[2]، صدیقه کهریزی[3]، شفیعه موثقی[4]

چکیده

مقدمه: اثرات ویبراسیون کل بدن (Whole body vibration یا WBV) بر پاسخ الکترومایوگرافی عضلات بررسی شده است، اما پاسخ عضلات کند و تند انقباض پس از اعمال WBV مشخص نیست. هدف از این مطالعه، بررسی اثر تمرین کوتاه‌مدت همراه با WBV بر فعالیت الکتریکی عضلات سولئوس و گاستروکنمیوس به عنوان عضلات کند و تند انقباض بود.

مواد و روش‌ها: دوازده زن سالم جوان غیر ورزشکار (سن، ۲/۷۱ ± ۲۵/۶۶ سال؛ قد، ۵/۶ ± ۱۶۱ سانتی‌متر؛ وزن، ۵/۴۲ ± ۶۶/۵ کیلوگرم) به صورت تصادفی در دو گروه درمان‌نما (Sham) (n = ۶) و WBV (n = ۶) قرار گرفتند. قبل و بعد از ۱۲ جلسه تمرین، دامنه فعالیت الکترومایوگرافی (Root mean square یا RMS) حین حداکثر انقباض ایزومتریک ارادی عضلات سولئوس و گاستروکنمیوس ثبت شد. تمرین شامل حفظ وضعیت سمی اسکوات ایزومتریک بود که در گروه درمان‌نما روی دستگاه WBV خاموش و در گروه WBV روی دستگاه WBV روشن (فرکانس ویبراسیون ۳۰ هرتز و دامنه قله به قله جابجایی صفحه ویبراسیون ۳ میلی‌متر) انجام گرفت.

یافته‌ها: فعالیت الکتریکی عضلات سولئوس و گاستروکنمیوس قبل از شروع تمرینات در دو گروه یکسان بود ($P > ۰/۰۵$). دوازده جلسه تمرین تغییر معنی‌دار آماری در RMS عضلات سولئوس و گاستروکنمیوس هیچ یک از گروه‌ها ایجاد نکرد ($P > ۰/۰۵$). همچنین، با وجود تغییر رفتار و افزایش پاسخ RMS عضله گاستروکنمیوس خارجی از گروه درمان‌نما به گروه WBV، تفاوت معنی‌داری در مقدار تغییر RMS عضله مذکور بین دو گروه مشاهده نشد ($P > ۰/۰۵$). مقدار تغییر RMS عضله سولئوس نیز تفاوت معنی‌داری بین دو گروه نداشت ($P > ۰/۰۵$).

نتیجه‌گیری: با این که افزایش فعالیت الکتریکی عضلات سولئوس و گاستروکنمیوس بعد از تمرین WBV از نظر آماری به سطح معنی‌دار نرسید، اما بررسی الگوی پاسخ عضلات بین گروه درمان‌نما و گروه WBV، مبین اثر مثبت WBV بر عضله گاستروکنمیوس به عنوان عضله تند انقباض است.

کلید واژه‌ها: ویبراسیون کل بدن، ریشه دوم مربع متوسط دامنه، فعالیت الکترومایوگرافی، سولئوس، گاستروکنمیوس

نوع مقاله: پژوهشی

تاریخ دریافت: ۹۱/۴/۳
تاریخ پذیرش: ۹۱/۵/۵

مقدمه

در سال‌های اخیر، استفاده از ویبراسیون به عنوان روشی برای ارتقای عملکرد عضلات (Muscle performance)، مورد توجه محققان، فیزیوتراپیست‌ها، مربیان و ورزشکاران قرار گرفته است (۱). از این میان، ویبراسیون کل بدن (WBV یا Whole body vibration)، به عنوان یک تکنیک تمرین

* استاد فیزیوتراپی، دانشکده علوم پزشکی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
Email: torkamg@modares.ac.ir
۱- دانشجوی دکتری فیزیوتراپی، دانشکده علوم پزشکی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
۲- استاد فیزیک پزشکی، دانشکده علوم پزشکی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
۳- استادیار فیزیوتراپی، دانشکده علوم پزشکی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
۴- استادیار روماتولوژی، بیمارستان امام خمینی، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران

عصبی- عضلانی- اسکلتی (۲) به دلیل اثرات مثبت آن بر قدرت و توان عضلانی، قدرت استخوان و تعادل مورد توجه بسیاری از محققان قرار گرفته است (۳). در این تکنیک، فرد روی یک صفحه نوسان کننده می‌ایستد (۴). مدت زمان ایستادن فرد روی دستگاه و دامنه و فرکانس نوسان از عوامل تعیین کننده در آثار ناشی از ویبراسیون کل بدن می‌باشد. بر اساس مطالعات موجود، WBV باعث افزایش فعالیت الکتریکی عضله می‌شود (۶، ۵). از دیدگاه نظری، این پدیده با مکانیزم‌های متعددی همچون افزایش لود جاذبه‌ای (Gravitational load) (۷)، تسهیل بعد از فعالیت (Post-activation potentiation یا PAP) (۸)، کاهش انرژی ویبراسیون (Damping) توسط تنظیم سفتی عضله (Muscle stiffness) (۹)، افزایش دمای داخل عضلانی (۱۰)، تغییرات هورمونی (۱۱) و انقباضات رفلکسی عضلانی (۱۲) توضیح داده می‌شود. اغلب محققان تغییرات آنی پاسخ حرکتی به دنبال WBV را مربوط به عوامل عصبی می‌دانند (۲) که با منشأ رفلکسی (۱۳) یا بر اثر فرامین مرکزی ارسال شده برای کنترل پاسچر، سبب افزایش فراخوانی واحدهای حرکتی حین انقباض می‌شود (۵). شواهد متعددی برای مکانیزم رفلکسی اثر WBV بر افزایش فعالیت عضلانی وجود دارد که یکی از آن‌ها Tonic vibration reflex (TVR) می‌باشد (۱۵، ۱۴). در واقع TVR، انقباضات رفلکسی عضله در اثر پاسخ دوک‌های عضلانی به ویبراسیون می‌باشد که به طور عمده از طریق فعالیت آوران‌های Ia دوک عضله حاصل می‌شود و همزمان تحت تأثیر مسیرهای منوسیناپتیک و پلی‌سیناپتیک قرار دارد (۱۶). البته در تحقیقات موجود، به دلیل ثبت فعالیت الکتریکی عضلات حین اعمال ویبره و لزوم حذف آرتیفکت‌های حرکتی حاصل از ویبره با استفاده از فیلتر (۱۷، ۵)، بررسی بروز پدیده TVR به راحتی امکان‌پذیر نبوده است (۳).

Pollock و همکاران با ثبت سوزنی فعالیت واحدهای حرکتی عضله واستوس لترالیس حین WBV نشان دادند، هر چند حداکثر فعالیت واحدهای حرکتی به طور دقیق با سیکل ویبراسیون هم فاز نیست، اما این دو پدیده به هم مرتبط می‌باشند (۳). این امر می‌تواند نشان دهنده افزایش رفلکسی فعالیت واحدهای حرکتی در حین WBV باشد.

در سطح واحد حرکتی، TVR به طور اساسی توانایی فرد را برای افزایش فرکانس فعالیت در واحدهای حرکتی آستانه بالا تحت تأثیر قرار می‌دهد (۱۸). از طرف دیگر، Pollock و همکاران نشان دادند WBV باعث افزایش آستانه فراخوانی واحدهای حرکتی با پایین‌ترین آستانه و کاهش آن در واحدهای حرکتی با بالاترین آستانه می‌شود (۳). کاهش آستانه فراخوانی واحدهای حرکتی حین WBV (۱۹)، می‌تواند منجر به فعالیت سریع‌تر واحدهای حرکتی آستانه بالا شود (۲۰). به همین دلیل WBV به عنوان تمرین ویژه فیبرهای تند انقباض مورد توجه قرار گرفته است (۱۲). به عبارت دیگر، WBV با کاهش آستانه فراخوانی واحدهای حرکتی نوع II، که در حالت عادی غیرفعال می‌باشند (۲۱) و یا با افزایش فراخوانی آن‌ها (۲۲)، الگوی طبیعی فراخوانی واحدهای حرکتی را تحت تأثیر قرار می‌دهد (۲۳).

اندازه‌گیری دامنه فعالیت الکتریکی عضلات با میانگین ریشه دوم یک‌سو شده (Root mean square یا RMS) عضلات به عنوان شاخصی از سطح فعالیت عضلانی استفاده می‌شود (۲۴). تاکنون مطالعات الکترومایوگرافی بسیاری در زمینه تغییر فعالیت عضله با اعمال WBV انجام شده است و اکثر آن‌ها اثرات فوری WBV را حین یا بلافاصله پس از اعمال یک جلسه ویبره مورد مطالعه قرار داده‌اند. اما بر اساس آخرین اطلاعات محققین حاضر، اثر تمرین کوتاه مدت با WBV بر عملکرد واحدهای حرکتی تند و کند انقباض هنوز بررسی نشده است. در این زمینه توجه به الفاظ "حین ویبره" و "بلافاصله بعد از ویبره" ضروری است. انجام تست‌ها حین ویبره و طی بازه زمانی کوتاه پس از اتمام اعمال WBV، مربوط به کارهای یک جلسه‌ای و بررسی اثرات آنی و فوری WBV است. در حالی که مطالعه حاضر انجام شد تا مشخص نماید که آیا استفاده از یک برنامه تمرینی کوتاه مدت با WBV قادر به تثبیت و مشاهده اثرات فوری حاصل از یک جلسه ویبره در بازه زمانی طولانی‌تری نیز هست؟ با توجه به یافته‌های Pollock و همکاران (۳) این سؤال مطرح می‌شود

www.mui.ac.ir

که اگر فعالیت رفلکسی TVR و شاید تغییر فعالیت در واحدهای حرکتی نوع II، یکی از مکانیسم‌های افزایش فعالیت عضله حین WBV باشد؛ آیا تمرین کوتاه مدت ۱۲ جلسه‌ای همراه با WBV می‌تواند موجب افزایش تطابقات عصبی و تثبیت تسهیلات نروماسکولار و پایداری پاسخ الکترومایوگرافی حاصل از WBV در عضلات تند انقباض شود؟ بنابراین هدف از این مطالعه، بررسی و مقایسه پاسخ دامنه الکترومایوگرافی عضلات کند (سولئوس) و تند انقباض (گاستروکنمیوس) بعد از تمرین کوتاه مدت با WBV در زنان جوان سالم بود.

با درک بهتر تأثیر WBV بر پاسخ عضلات تند و کند انقباض، کاربردهای اختصاصی و هدفمند WBV در توان‌بخشی بیماران عصبی- عضلانی- اسکلتی و همچنین ارتقای توانمندی ورزشکاران قابل بحث و بررسی خواهد بود.

مواد و روش‌ها

این مطالعه از نوع تجربی کنترل شده و یک‌سو کور بود که روی ۱۲ زن داوطلب سالم غیر ورزشکار در آزمایشگاه الکتروفیزیولوژی دانشگاه تربیت مدرس انجام شد. نمونه‌گیری از نوع غیر تصادفی آسان بود و افرادی وارد مطالعه شدند که طی شش ماه گذشته در هیچ فعالیت ورزشی منظمی شرکت نداشتند و فعالیت تفریحی آن‌ها نیز بیش از یک‌بار در هفته نبود. دیگر معیارهای ورود عبارت از عدم وجود شکستگی‌های تازه، ایمپلنت‌ها، بیماری‌های عضلانی- اسکلتی، سنگ کلیه، دیابت، بیماری قلبی- عروقی، سنگ صفرا، صرع و حاملگی بودند (۲۵). افراد به صورت تصادفی در یکی از دو گروه درمان‌نما (وضعیت سمی اسکوات با ویبراسیون خاموش) و WBV (وضعیت سمی اسکوات با ویبراسیون) قرار گرفتند. به جز روشن یا خاموش بودن ویبراسیون، پروتکل تمرین برای هر دو گروه مشابه بود. این مطالعه توسط کمیته اخلاق پزشکی دانشگاه تربیت مدرس مورد تأیید قرار گرفت. افراد مورد مطالعه پس از آگاهی از مراحل مطالعه شامل نحوه انجام تست‌ها، تعداد جلسات و نوع همکاری آن‌ها در طی جلسات، رضایت‌نامه کتبی را امضا کردند. خصوصیات دموگرافیک نمونه‌ها در هر گروه در جدول ۱ نشان داده شده است.

در این مطالعه، عضلات سولئوس و گاستروکنمیوس به ترتیب به عنوان نماینده عضلات کند و تند انقباض ارزیابی شدند. سولئوس اغلب حاوی ۱۰۰-۷۰ درصد فیبرهای کند انقباض است و گاستروکنمیوس نیز بیش از ۵۰ درصد فیبرهای تند انقباض دارد (۲۷، ۲۶). این دو عضله در فاصله یکسانی از صفحه ویبراسیون قرار گرفته‌اند و اثر مکانیسم‌های کاهنده انرژی مکانیکی (Damping) که در بزرگی پاسخ عضله مؤثرند (۲۸، ۲۵)، تقریباً بر هر دو یکسان است.

روش انجام تمرین و ثبت پاسخ الکترومیوگرافی

پروتکل تمرین: به منظور ایجاد تطابق‌های عصبی- عضلانی، پروتکل تمرین به صورت پیش‌رونده با زمان ریکاوری کافی بین ست‌ها و بین تکرارهای تمرین طراحی شد. ۱۲ جلسه تمرین با رژیم ۳ بار در هفته شامل حفظ وضعیت سمی اسکوات به صورت ایزومتریک برای هر دو گروه درمان‌نما و آزمون در نظر گرفته شد. در گروه آزمون همزمان ویبراسیون نیز اعمال شد. نحوه قرارگیری فرد روی صفحه ویبراسیون در شکل ۱ به تصویر کشیده شده است. با ایستادن فرد روی صفحه WBV (FitVibe medical, Uniphy Elektromedizin GmbH, Germany)، ارتعاشات عمودی با فرکانس ۳۰ Hz و دامنه جابجایی قله به قله ۳ mm به کل بدن داوطلب اعمال شد. ۳ جلسه اول تمرین با ۲ ست شروع شد که هر ست شامل ۳ تکرار ۶۰ ثانیه‌ای بود. سپس به طور هفتگی و به صورت پیش‌رونده،

جدول ۱. اطلاعات توصیفی شرکت کنندگان

گروه	سن (سال)	قد (متر)	وزن (کیلوگرم)	BMI* (کیلوگرم/ متر^2)
درمان‌نما (بدون ویبراسیون) (n = ۶)	۲۵/۵ ± ۳/۳۹	۱/۶۱ ± ۰/۰۵	۵۵/۴۹ ± ۴/۰۳	۲۱/۳۶ ± ۱/۱۳
WBV** (n = ۶)	۲۵/۸۳ ± ۲/۱۴	۱/۶۱ ± ۰/۰۶	۵۶/۳۴ ± ۶/۹۴	۲۱/۶۶ ± ۲/۰۸

*Body mass index.
**Whole body vibration

www.mui.ac.ir

شکل ۱. تصویری از نحوه قرارگیری نمونه روی صفحه ویبراسیون

یک ست به ست‌های قبلی اضافه می‌شد؛ به گونه‌ای که جلسه آخر شامل ۵ ست بود. فواصل استراحتی بین تکرارها و بین ست‌ها به ترتیب ۱ و ۵ دقیقه بود. نمونه‌ها به صورت پابرهنه روی صفحه ویبراسیون ایستادند تا از تأثیر کفش در کاهش انرژی ویبراسیون ممانعت شود. زاویه فلکسیون زانو به هنگام حفظ وضعیت سمی اسکوات، ۵ ± ۳۰ درجه بود که با گونیامتر دستی اندازه‌گیری شد.

ثبت فعالیت الکتریکی عضله: حداکثر انقباضات ارادی (Maximal isometric voluntary contractions یا MIVCs) به وسیله تکنیک الکترومایوگرافی سطحی از عضلات سولئوس و گاستروکنمیوس پای غالب راست در دو جلسه پیش‌آزمون (Pre-test) و پس‌آزمون (Post-test) ثبت شد. ثبت پس‌آزمون ۲۴ ساعت بعد از اتمام آخرین جلسه تمرین انجام شد.

برای ثبت EMG (Electromyography) از سیستم هشت کاناله DataLink (Biometrics Ltd. United Kingdom) با فرکانس نمونه‌برداری ۱۰۰۰ Hz استفاده شد. پهنای باند فرکانسی ۱۵–۴۵۰ Hz بود. بعد از آماده سازی مناسب پوست برای کاهش امپدانس شامل زدایش مو و تمیز کردن پوست با الکل، الکترودهای ثبت با فاصله ۱۰ mm مطابق با روش Basmajian و Blumenstein (۲۹) و پروژه الکترومایوگرافی Seniam (۳۰) روی پوست چسبانده شدند. الکتروهای ثبت (الکترود فعال و رفرنس) در عضله سولئوس، ۳ cm پایین‌تر از محل اتصال دو سر عضله گاستروکنمیوس (۲۹) و در عضله گاستروکنمیوس خارجی در ثلث فوقانی خط متصل کننده سر فیبولا به پاشنه قرار گرفت (۳۰). الکترودهای ثبت در راستای فیبرهای عضله قرار داده شد. الکترود زمین نیز بر روی قوزک داخلی پای راست قرار گرفت. به منظور ثبت MIVC، بیمار در وضعیت خوابیده بر شکم با زانوی صاف و مچ پا در وضعیت نوترال قرار گرفت. ثبت MIVC که با تشویق‌های کلامی همراه بود، ۳ بار و هر بار به مدت ۵ ثانیه انجام شد. فاصله استراحتی بین تست‌های MIVC، ۳ تا ۵ دقیقه بود. در صورت مشاهده هر گونه خستگی یا ناتوانی بیمار در حفظ انقباض ایزومتریک، مدت زمان بیش‌تری برای استراحت لحاظ می‌شد. به منظور حذف نویز و آرتیفکت از سیگنال واقعی عضله در هر ثبت، ابتدا سیگنال پایه در وضعیت استراحت عضلانی ثبت می‌گردید.

پس از ثبت پاسخ MIVC، ابتدا RMS به کمک نرم‌افزار محاسباتی دستگاه الکترومیوگرافی استخراج می‌شد و پس از کسر RMS سیگنال پایه، مقدار به دست آمده به عنوان حداکثر فعالیت انقباضی عضله برای تجزیه و تحلیل آماری مورد استفاده قرار می‌گرفت. برای انجام این تحقیق، در مرحله اول، تکرارپذیری MIVC در داخل روز و بین روزهای مختلف به طور جداگانه در ۵ فرد سالم و در دو جلسه جداگانه بررسی شد. فاصله بین جلسات حداقل ۳ روز بود تا اثرات هر گونه خستگی بر تست‌ها از بین برود.

آنالیزهای آماری: آزمون Shapiro–Wilk توزیع طبیعی داده‌های RMS را در عضلات سولئوس و گاستروکنمیوس تأیید کرد. لذا برای بررسی اثرات درمان‌نما و WBV بر RMS عضلات، آزمون Paired t برای هر گروه انجام شد.

www.mui.ac.ir

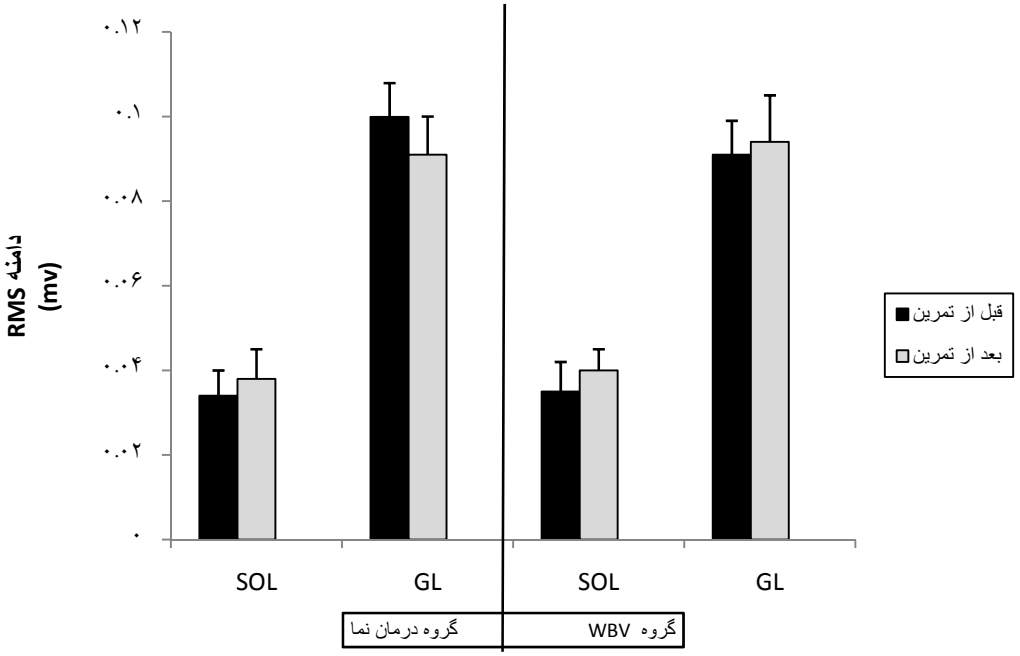
برای بررسی اختلاف بین دو گروه، مقدار RMS هر یک از عضلات، بعد از مداخله از مقدار RMS قبل از مداخله تفریق شد و آزمون Independent t برای بررسی وجود یا عدم وجود تفاوت بین مقدار تغییر RMS استفاده شد. بررسی تکرارپذیری دامنه‌های RMS هر یک از عضلات نیز بر پایه آنالیز ICC (Intraclass correlation coefficient) با استفاده از مدل اندازه‌گیری 1-Way random-effects انجام شد. همه آنالیزهای آماری با استفاده از نرم‌افزار آماری $SPSS_{۱۶}$ (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) انجام شد. سطح معنی‌داری برای همه آزمون‌های آماری در $P \leq ۰/۰۵$ تعریف شد.

یافته‌ها

مقادیر ICC داخل روزها برای RMS عضلات سولئوس و گاستروکنمیوس به ترتیب ۰/۹۲ و ۰/۹۶ بود که نشان دهنده تکرارپذیری بسیار بالا است (۳۱). در حالی که، مقادیر ICC بین روزها برای همان متغیرها، به ترتیب ۰/۹۱ و ۰/۷۸ بود که نشان دهنده تکرارپذیری بسیار بالا و بالا (۳۱) در این مطالعه است.

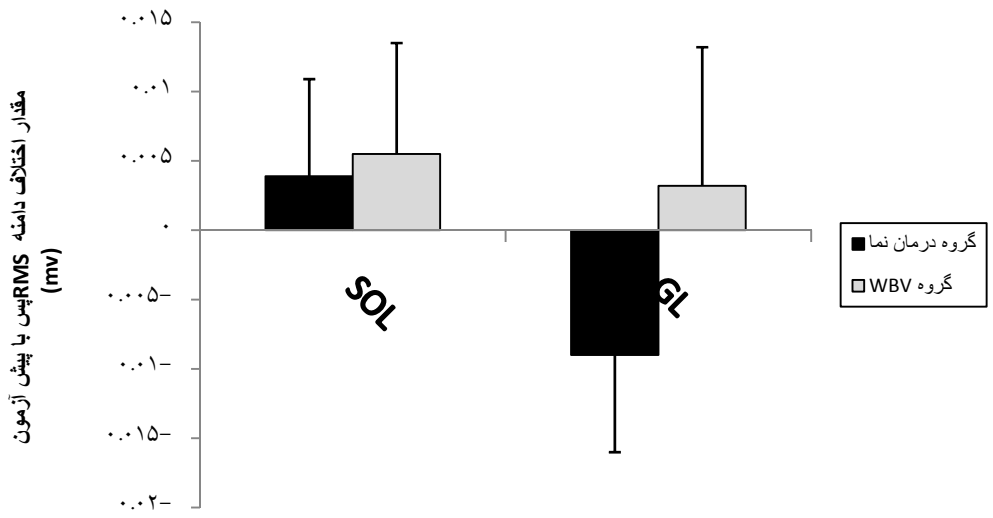
مقادیر به دست آمده از RMS برای عضلات سولئوس و گاستروکنمیوس خارجی قبل و بعد از مداخله، در گروه درمان‌نما یا WBV، در نمودار ۱ نشان داده شده است.

در گروه درمان‌نما، RMS عضلات سولئوس و گاستروکنمیوس خارجی به ترتیب افزایش ۰/۴ و کاهش ۰/۹ درصدی را نشان داد. در گروه WBV، افزایش‌های ۰/۵۴ درصدی و ۰/۳ درصدی به ترتیب برای RMS عضلات سولئوس و گاستروکنمیوس مشاهده شد. این مقدار تفاوت‌ها در هیچ یک از گروه‌ها به سطح معنی‌دار نرسید ($P > ۰/۰۵$). همچنین، با وجود این که مقدار تغییر RMS سولئوس و گاستروکنمیوس خارجی در گروه WBV به ترتیب ۰/۱۶ و ۱/۲ درصد بیش از گروه درمان‌نما بود، ولی مقایسه تغییرات RMS بین دو گروه درمان‌نما و WBV برای هیچ یک از دو عضله تفاوت معنی‌داری را نشان نداد ($P > ۰/۰۵$). مقدار تغییرات RMS در دو عضله در دو گروه در نمودار ۲ نشان داده شده است.



نمودار ۱. مقادیر میانگین (± SEM) دامنه RMS (Root mean square) عضلات سولئوس و گاستروکنمیوس خارجی قبل و بعد از مداخله در گروه‌های درمان‌نما و WBV (Whole body vibration) ($P > ۰/۰۵$)

www.mui.ac.ir



نمودار ۲. مقادیر میانگین (± SEM) تفاوت دامنه RMS (Root mean square) بعد با قبل آزمون برای عضلات سولئوس و گاستروکنمیوس خارجی در گروه‌های درمان‌نما و WBV (Whole body vibration) (P > ۰/۰۵).

بحث

این تحقیق یکی از اولین مطالعاتی است که تغییرات عضلات کند و تند انقباض را به دنبال تمرین با WBV بررسی کرده است. Pollock و همکاران اثرات آنی WBV (فرکانس Hz ۳۰ و دامنه جابجایی قله به قله mm ۳) را بر واحدهای حرکتی عضله واستوس لترالیس بررسی کردند (۳). نتایج آن‌ها نشان داد که WBV بر آستانه فراخوانی واحدهای حرکتی به طور سر جمع، هیچ اثری ندارد. اما با تفکیک پاسخ واحدهای حرکتی تند و کند انقباض، مشاهده نمودند که در اثر WBV، آستانه فراخوانی در واحدهای حرکتی آستانه پایین افزایش و در واحدهای حرکتی آستانه بالا، کاهش یافته است. در مطالعه حاضر پاسخ RMS دو عضله سولئوس و گاستروکنمیوس به عنوان نماینده عضلات کند و تند انقباض پس از ۱۲ جلسه تمرین با WBV بررسی شد. نتایج مطالعه حاضر هم‌راستا با برخی از نتایج Pollock و همکاران (۳) بود. نتایج مطالعه حاضر نیز نشان داد که RMS عضله سولئوس بعد از تمرین سمی اسکوات ایزومتریک هم در گروه درمان‌نما و هم در گروه WBV افزایش یافت، در حالی که RMS عضله گاستروکنمیوس خارجی بعد از تمرین سمی اسکوات ایزومتریک در گروه درمان‌نما کاهش یافت. اگر چه این تغییرات به سطح معنی‌دار نرسید، اما توجه به الگوی پاسخ این دو عضله نسبت به تمرینات مذکور قابل توجه است.

تاکنون، فعالیت عضلات حین و بعد از اعمال WBV در مطالعات بسیاری بررسی گردیده است (۳۲، ۲۸، ۲۵، ۱۳، ۹). این مطالعات نشان داده‌اند که فعالیت عضلات در اثر WBV افزایش می‌یابد. مکانیسم‌های متعددی برای بیان علت این افزایش مطرح شده است. یکی از مکانیسم‌ها، افزایش فعالیت عضله برای کاهش انرژی مکانیکی حاصل از ارتعاشات ویبره است (۳۳). در مطالعاتی از این دست، علاوه بر این به ضرورت حفظ ثبات پوسچرال در مقابل اغتشاشات ایجاد شده توسط ویبراسیون (۵) و نیز بروز پاسخ رفلکسی مشابه با TVR به عنوان عامل افزایش پاسخ عضله استناد می‌شود (۲۰، ۱۵، ۱۴، ۱۲).

در مطالعه حاضر، RMS عضله سولئوس بعد از تمرین درمان‌نما (حفظ وضعیت سمی اسکوات ایزومتریک) و نیز بعد از تمرین WBV افزایش غیر معنی‌داری نشان داد. شباهت پاسخ در این دو حالت، شاید به دلیل نقش عضله کند انقباض سولئوس در حفظ ثبات پوسچرال، نه در اثر اعمال WBV است. با توجه به این که در این مطالعه زاویه فلکسیون زانو ۳۰ درجه بود و تصور می‌شود که زوایای فلکسیونی کوچک

www.mui.ac.ir

زانو با اغتشاش پوسچرال بیش‌تری همراه است (۳۴)؛ به نظر می‌رسد حفظ وضعیت سمی اسکوات در دو گروه نیازمند فعالیت بالای عضله سولئوس بوده است و اعمال WBV با پارامترهای تعریف شده، بار بیش‌تری بر این عضله کند انقباض اعمال نکرده است.

در عضله گاستروکنمیوس خارجی، تغییر الگوی پاسخ از تمرین سمی اسکوات ایزومتریک به تمرین WBV مشاهده شد. اگر چه این تغییرات نیز معنی‌دار نبود، اما الگوی آن با عضله سولئوس متفاوت بود (نمودار ۲) که نشان دهنده اثر مثبت WBV بر این عضله تند انقباض است. گر چه به دلیل نیروی بسیاری که فیبرهای تند انقباض در مقایسه با فیبرهای کند انقباض تولید می‌کنند؛ انتظار می‌رفت پاسخ RMS عضله تند انقباض بعد از WBV افزایش چشم‌گیری نشان دهد، اما افزایش ثبت شده در این مطالعه بسیار جزیی بود. عدم مشاهده افزایش قابل توجه پاسخ عضله گاستروکنمیوس بعد از تمرین WBV را شاید بتوان با دو عامل زیر شرح داد. گاستروکنمیوس یکی از عضلات اولیه در حرکت اسکوات است (۹)، اما برای حفظ فلکسیون زانو در وضعیت سمی اسکوات، شاید عضله همسترینگ که یک عضله پوسچرال است نسبت به عضله گاستروکنمیوس که یک عضله فازیک است، نقش مهم‌تری بر عهده دارد. بنابراین فعالیت زمینه‌ای خود عضله نمی‌تواند منشأ تفاوت رفتار مشاهده شده باشد و شاید این تفاوت رفتار در اثر WBV است. به علاوه، از آن جا که عضله گاستروکنمیوس یک عضله تند انقباض است، شاید WBV با پارامترهای مورد استفاده در این تحقیق نتوانسته است لود زیادی بر عضله مذکور تحمیل نماید. برخی مطالعات در انسان (۳۶، ۳۵) نشان داده‌اند که فراخوانی انواع متفاوت فیبرهای عضلانی به شدت و سبک ورزش (Mode of exercise)، سرعت حرکت و تانسیون مکانیکی مورد نیاز (۳۸، ۳۷) بستگی دارد.

در این مطالعه، WBV با فرکانس ثابت ۳۰ Hz اعمال شد. ممکن است فرکانس ورودی تحمیل شده به سیستم عصبی برای تحریک سریع‌ترین موتور نورون‌های مربوط به گاستروکنمیوس خارجی تا حد آستانه کافی نبوده باشد. همچنین، مطالعه تأثیر ویبراسیون تاندون عضله با فرکانس‌های متفاوت بر تحریک‌پذیری کورتیکواسپاینال، نشان داد که فرکانس ۷۵ Hz در مقایسه با ۱۲۰ Hz بیشتر باعث افزایش حساسیت در آوران‌های Ia می‌شود، در حالی که فرکانس ۲۵ Hz فاقد هر گونه تأثیری بر این آوران‌ها بود (۳۹). بر اساس مطالعه Roll و همکاران با اعمال ویبراسیون به صورت لوکال تا فرکانس ۸۰ Hz که حداکثر حساسیت آوران‌های Ia به ویبراسیون را موجب شد؛ آوران‌های Ia به صورت هماهنگ با فرکانس ویبراسیون فعال شدند، در حالی که در فرکانس‌های بالاتر ویبراسیون، این هماهنگی فعالیت دیده نشد (۴۰). گفته می‌شود اعمال WBV با فرکانس ۸۰ Hz نیز شاید تأثیر مشابهی بر آوران‌های Ia به جا می‌گذارد (۴۱).

نتیجه‌گیری

نتایج مطالعه حاضر اگر چه روند متفاوتی در دو عضله سولئوس و گاستروکنمیوس نشان داد، اما این نتایج به سطح معنی‌داری نرسید.

محدودیت‌ها

این مطالعه یک مطالعه مقدماتی بود که توجه به نتایج آن می‌تواند زیرساخت مناسبی برای پی‌ریزی مطالعات آتی با تعداد نمونه بیشتر باشد. کوتاه بودن مدت تمرین (۱۲ جلسه) که با وجود ایجاد تسهیل در مسیر سیناپس‌ها، شاید قادر به تثبیت اثرات حاصل از تطابقات عصبی حاصل از WBV نبوده است و فاصله زمانی طولانی بین آخرین جلسه تمرین و آخرین جلسه تست EMG (۲۴ ساعت)، ممکن است دلیلی برای عدم مشاهده پاسخ رفتاری معنی‌دار در دو عضله باشد. علاوه بر این شاید استفاده از ویبراسیون با فرکانس ۳۰ Hz، سرعت (فرکانس) و شدت (شتاب) کافی را برای فراخوانی سریع‌ترین واحدهای حرکتی تند انقباض عضله نداشته است.

پیشنهادها

پیشنهاد می‌شود در مطالعات آتی، فرکانس‌های بالاتر

www.mui.ac.ir

ویبراسیون اعمال شود و نتایج آن با فرکانس ۳۰ Hz مقایسه شود. همچنین استفاده از دینامومتر برای ثبت مستقیم نیروی عضلانی ممکن است اطلاعات دقیق‌تری از افزایش توانمندی عضله پس از اعمال ویبراسیون کل بدن در بر داشته باشد.

تشکر و قدردانی

نتایج ارایه شده در این مطالعه حاصل از رساله دکتری دانشگاه تربیت مدرس است که بدین وسیله نویسندگان مراتب قدردانی خود را از مسؤولین پژوهشی دانشگاه اعلام می‌نمایند.

References

1. Cronin JB, Oliver M, McNair PJ. Muscle stiffness and injury effects of whole body vibration. Physical Therapy in Sport 2004; 5(2): 68-74.
2. Hopkins JT, Fredericks D, Guyon PW, Parker S, Gage M, Feland JB, et al. Whole body vibration does not potentiate the stretch reflex. Int J Sports Med 2009; 30(2): 124-9.
3. Pollock RD, Woledge RC, Martin FC, Newham DJ. Effects of whole body vibration on motor unit recruitment and threshold. J Appl Physiol 2012; 112(3): 388-95.
4. Rittweger J. Vibration as an exercise modality: how it may work, and what its potential might be. Eur J Appl Physiol 2010; 108(5): 877-904.
5. Abercromby AF, Amonette WE, Layne CS, McFarlin BK, Hinman MR, Paloski WH. Variation in neuromuscular responses during acute whole-body vibration exercise. Med Sci Sports Exerc 2007; 39(9): 1642-50.
6. 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.
7. Chang SH, Dudley-Javoroski S, Shields RK. Gravitational force modulates muscle activity during mechanical oscillation of the tibia in humans. J Electromyogr Kinesiol 2011; 21(5): 847-53.
8. Cochrane DJ, Stannard SR, Firth EC, Rittweger J. Acute whole-body vibration elicits post-activation potentiation. Eur J Appl Physiol 2010; 108(2): 311-9.
9. Hazell TJ, Kenno KA, Jakobi JM. Evaluation of muscle activity for loaded and unloaded dynamic squats during vertical whole-body vibration. J Strength Cond Res 2010; 24(7): 1860-5.
10. Cochrane DJ, Stannard SR, Sargeant AJ, Rittweger J. The rate of muscle temperature increase during acute whole-body vibration exercise. Eur J Appl Physiol 2008; 103(4): 441-8.
11. Erskine J, Smillie I, Leiper J, Ball D, Cardinale M. Neuromuscular and hormonal responses to a single session of whole body vibration exercise in healthy young men. Clin Physiol Funct Imaging 2007; 27(4): 242-8.
12. Rittweger J, Beller G, Felsenberg D. Acute physiological effects of exhaustive whole-body vibration exercise in man. Clin Physiol 2000; 20(2): 134-42.
13. 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.
14. Cardinale M, Bosco C. The use of vibration as an exercise intervention. Exerc Sport Sci Rev 2003; 31(1): 3-7.
15. 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.
16. Martin BJ, Park HS. Analysis of the tonic vibration reflex: influence of vibration variables on motor unit synchronization and fatigue. Eur J Appl Physiol Occup Physiol 1997; 75(6): 504-11.
17. Fratini A, Cesarelli M, Bifulco P, Romano M. Relevance of motion artifact in electromyography recordings during vibration treatment. J Electromyogr Kinesiol 2009; 19(4): 710-8.
18. Bongiovanni LG, Hagbarth KE, Stjernberg L. Prolonged muscle vibration reducing motor output in maximal voluntary contractions in man. J Physiol 1990; 423: 15-26.
19. Romaiguere P, Vedel JP, Pagni S. Effects of tonic vibration reflex on motor unit recruitment in human wrist extensor muscles. Brain Res 1993; 602(1): 32-40.
20. Delecluse C, Roelants M, Verschueren S. Strength increase after whole-body vibration compared with resistance training. Med Sci Sports Exerc 2003; 35(6): 1033-41.
21. Jordan MJ, Norris SR, Smith DJ, Herzog W. Vibration training: an overview of the area, training consequences, and future considerations. J Strength Cond Res 2005; 19(2): 459-66.
22. Di GR, Tihanyi J, Safar S, Scrimaglio R. The effects of vibration on explosive and reactive strength when applying individualized vibration frequencies. J Sports Sci 2009; 27(2): 169-77.

www.mui.ac.ir

23. Mischi M, Cardinale M. The effects of a 28-Hz vibration on arm muscle activity during isometric exercise. Med Sci Sports Exerc 2009; 41(3): 645-53.
24. Mischi M, Kaashoek I. Electromyographic hyperactivation of skeletal muscles by time-modulated mechanical stimulation. Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc 2007; 2007: 5373-6.
25. 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.
26. Buchthal F, Schmalbruch H. Contraction times and fibre types in intact human muscle. Acta Physiol Scand 1970; 79(4): 435-52.
27. Saltin B, Gollnick PD. Skeletal Muscle Adaptability: Significance for Metabolism and Performance. Comprehensive Physiology: John Wiley & Sons, Inc 2011; 555-631.
28. Roelants M, Verschueren SM, Delecluse C, Levin O, Stijnen V. Whole-body-vibration-induced increase in leg muscle activity during different squat exercises. J Strength Cond Res 2006; 20(1): 124-9.
29. Basmajian JV, Blumenstein R. Electrode placement in electromyographic biofeedback. In: Basmajian JV, editor. Biofeedback: Principles and Practice for Clinicians. Baltimore, MA: Williams & Wilkins; 1989.
30. Hermens HJ, Freriks, Merletti R, Hagg G, Stegeman D, Blok J. Seniam 8: European recommendations for surface electromyography. Enschede, Netherlands: Roessingh Research and Development bv; 1999.
31. Mathur S, Eng JJ, MacIntyre DL. Reliability of surface EMG during sustained contractions of the quadriceps. J Electromyogr Kinesiol 2005; 15(1): 102-10.
32. Marin PJ, Bunker D, Rhea MR, Ayllon FN. Neuromuscular activity during whole-body vibration of different amplitudes and footwear conditions: implications for prescription of vibratory stimulation. J Strength Cond Res 2009; 23(8): 2311-6.
33. Wakeling JM, Nigg BM. Modification of soft tissue vibrations in the leg by muscular activity. J Appl Physiol 2001; 90(2): 412-20.
34. ABERCROMBY AFJ. Neuromuscular and Biodynamic Responses to Whole-Body Vibration Training [Doctoral dissertation]. Houston, TX: Department of Health and Human Performance, University of Houston; 2006.
35. Gollnick PD, Piehl K, Saltin B. Selective glycogen depletion pattern in human muscle fibres after exercise of varying intensity and at varying pedalling rates. J Physiol 1974; 241(1): 45-57.
36. Vollestad NK, Vaage O, Hermansen L. Muscle glycogen depletion patterns in type I and subgroups of type II fibres during prolonged severe exercise in man. Acta Physiol Scand 1984; 122(4): 433-41.
37. Citterio G, Agostoni E. Selective activation of quadriceps muscle fibers according to bicycling rate. J Appl Physiol 1984; 57(2): 371-9.
38. Duchateau J, Le BS, Hainaut K. Contributions of slow and fast muscles of triceps surae to a cyclic movement. Eur J Appl Physiol Occup Physiol 1986; 55(5): 476-81.
39. Steyvers M, Levin O, Verschueren SM, Swinnen SP. Frequency-dependent effects of muscle tendon vibration on corticospinal excitability: a TMS study. Exp Brain Res 2003; 151(1): 9-14.
40. Roll JP, Vedel JP, Ribot E. Alteration of proprioceptive messages induced by tendon vibration in man: a microneurographic study. Exp Brain Res 1989; 76(1): 213-22.
41. Saucier MS, DeMont RG, Rakheja SR. Effects of Vertical Whole-Body Vibration Parameters on Muscle Activity and Time to Fatigue in Submaximal Isometric Contraction. Athletic Training & Sports Health Care 2010; 2(5): 243.

www.mui.ac.ir

Effects of short-term training with WBV on the electromyography activity of the soleus and gastrocnemius muscles in healthy young women

Leila Simorgh[1], *Giti Torkaman*[*], *Sayed Mohammad Firouzabadi*[2], *Sedigheh Kahrizi*[3], *Shafieh Movasseghe*[4]

Received date: 23/06/2012
Accept date: 26/07/2012

Abstract

Introduction: Although the effects of whole body vibration (WBV) on the electromyographic (EMG) response of some muscles have been investigated in different studies, the effect of WBV on different types of motor units is not clear yet. The aim of the present study was to assess the different effects of a short-term WBV training on different motor units. Soleus (SOL) and gastrocnemius lateralis (GL) muscles were selected as the representatives of slow- and fast-twitch muscles, respectively.

Materials and Methods: Twelve healthy young women (mean age 25.66 ± 2.71 years; mean height 161 ± 5.6 cm; mean weight 66.5 ± 5.42 kg) were randomly allocated into the sham (n = 6) and WBV (n = 6) groups. The maximal isometric voluntary contraction (MIVC) of SOL and GL muscles was recorded before the initiation and after the termination of 12 training sessions. The training program was composed of the isometric squatting in both study groups such that in the sham group, the WBV machine set as off and in the WBV group, isometric squatting was offered in combination with whole body vibration (frequency of 30 Hz and peak to peak amplitude of 3 mm).

Results: The root mean square of EMG of soleous and gastrocnemius muscles was not statistically different between the two groups before training ($P > 0.05$). The 12 sessions of training did not induce any statistically significant change in the muscle activity (EMGrms) of the SOL and GL muscles in either group ($P > 0.05$). Although the RMS response of lateral gastrocnemius showed increasing behavior from the sham to the WBV groups, there was no significant difference in EMGrms values of these two groups ($P > 0.05$). The difference value of EMGrms for soleus muscle did not also show any significant difference between these two groups ($P > 0.05$).

Conclusion: Despite the fact that inversing the level of EMG activity in soleus and gastrocnemius muscles were not statistically significant after WBV training, monitoring the response pattern in these two muscles between the sham and WBV groups is indicative of a positive effect of WBV on the lateral gastrocnemius motor units as a fast-twitch muscle.

Keywords: Whole body vibration, Root mean square, Electromyography activity, Soleus, Gastrocnemius
Type of article: Original article

* Professor, Department of Physical Therapy, School of Medical Sciences, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran
Email: torkamg@modares.ac.ir
1. PhD Candidate of Physical Therapy, School of Medical Sciences, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran
2. Professor, Department of Medical Physics, School of Medical Sciences, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran
3. Assistant Professor, Department of Physical Therapy, School of Medical Sciences, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran
4. Assistant Professor, Department of Rheumatology, Emam Khomeini Hospital, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

www.mui.ac.ir