مقاله پژوهشی

مقایسه اثر آنی و کوتاه مدت(۱۲جلسه‌ای)ویبراسیون کل بدن بر تحریک پذیری موتورنورونهای نخاع در مردان جوان سالم

مرتضی احمدی[۱] ، دکتر گیتی ترکمان[۲]، دکتر صدیقه کهریزی[۳]، دکتر مژده قبایی[٤]

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

۲- استاد، گروه فیزیوتراپی، دانشکده علوم پزشکی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

۳-استادیار،گروه فیزیوتراپی، دانشکده علوم پزشکی،دانشگاه تربیت مدرس،تهران، ایران

۴- دانشیار،گروه نورولوژی، دانشکده پزشکی،دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران

چکیده

زمینه و هدف: با وجود استفاده گسترده از ویبراسیون کل بدن (Whole Body Vibration)بویژه در سالهای اخیر، مکانیسم نوروفیزیولوژیک درگیر در آن بخوبی درک نشده است و نتایج مطالعات انجام شده در رابطه با اثرات تسهیلی و یا مهاری آن متفاوت است. هدف این مطالعه مقایسه اثر آنی (یک جلسه‌ای) و کوتاه مدت (۱۲جلسه ای)وبیراسیون کل بدن برتحریک پذیری موتورنورونهای نخاع در مردان جوان سالم بود.

روش بررسی: ۱۰مرد جوان سالم غیر ورزشکار (با میانگین سنی ۲/۲۳±۲۶/۱) داوطلبانه در این مطالعه شرکت کردند. افراد در جلسات شم در وضعیت نیمه اسکوات روی ویبراسیون خاموش ایستادند و سپس با فاصله دو هفته‌ای تمرین ویبراسیون در همان وضعیت نیمه اسکوات با فرکانس ۳۰ هرتز و دامنه ۳ میلی‌متر در وضعیت روشن دستگاه انجام شد. جلسات تمرین (شم و ویبراسیون) ۱۲ جلسه (۳جلسه در هفته) و هر جلسه شامل ۴ ست ۱ دقیقه‌ای بود که هر هفته ۱ست به برنامه تمرینی اضافه شد. منحنی فراخوانی رفلکس H عضله سولئوس قبل و بعد از جلسه اول و دوازدهم در هر دو برنامه تمرینی شم و ویبراسیون ثبت شد. پارامترهای مورد بررسی، شیب صعودی منحنی فراخوانی، دامنه و شدت تحریک آستانه و قله،دامنه موج M در حضور H و نسبت Hmax/Mmax بود.

یافته‌ها: اثر آنی ویبراسیون در جلسه دوازدهم، سبب کاهش معنی‌دار دامنه آستانه رفلکس و افزایش معنی‌دار شدت لازم برای ثبت دامنه قله شد (P=۰/۰۵). تمرین کوتاه مدت ویبراسیون، سبب کاهش معنی‌دار شدت لازم برای ثبت آستانه منحنی فراخوانی سولئوس شد (P=۰/۰۱).

نتیجه‌گیری: نتایج نشان دهنده اثر مهاری تمرین آنی ویبراسیون کل بدن روی تحریک پذیری موتورنورونهای نخاع است. به نظر می‌رسد تمرین کوتاه مدت ویبراسیون در تسهیل منحنی فراخوانی موثر است و یا سبب افزایش حساسیت دوکهای عضلانی شده است.

کلید واژه‌ها:ویبراسیون کل بدن، منحنی فراخوانی رفلکس H، عضله سولئوس، تمرین کوتاه مدت

(ارسال مقاله ۱۳۹۲/۵/۲۹، پذیرش مقاله ۱۳۹۲/۱۱/۲۰)

نویسنده مسئول: تهران، بزرگراه جلال آل احمد، دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده علوم پزشکی،گروه فیزیوتراپی

Email: torkamang@modares.ac.ir

مقدمه

استفاده از ویبراسیون کل بدن در سالهای اخیر برای بهبود قدرت عضلانی، توان، انعطاف‌پذیری و هماهنگی در مراکز ورزشی و توانبخشی توصیه شده است(۵-۱). ویبراسیون کل بدن ممکن است در وضعیت‌های مختلف استاتیک و دینامیک(به صورت آنی، کوتاه مدت و طولانی مدت) انجام شود و در برخی موارد به عنوان جایگزین یا روشی مکمل برای تمرین محسوب گردد(۹-۶). با وجود استفاده گسترده از ویبراسیون کل بدن بویژه در سالهای اخیر، هنوز اثر بخشی آن به خوبی درک نشده است و اختلاف نظرهای زیادی در مورد اثرات ویبراسیون کل بدن بر سیستم حرکتی وجود دارد(۱۴-۱۰). عضلات اسکلتی با ویبراسیون مکانیکی که روی آنها اعمال می‌شود بصورت رفلکسی منقبض می‌شوند، این پاسخ انقباضی قابل ثبت، رفلکس ویبراسیون تونیک (TVR) می‌باشد که به تحریک فیبرهای Ia و پاسخ متعاقب رفلکسی نسبت داده می‌شود. البته پایانه‌های ثانویه دوک عضلانی و فیبرهای Ib اندام وتری گلژی هم به میزان کمتر تحت تاثیر قرار می‌گیرند(۲). اثرات آنی (حاد) ویبراسیون به افزایش حساسیت دوکهای عضلانی و اثر روی چرخه کشش-کوتاهی (Stretch-Shortening Cycle) نسبت داده می‌شود (۳-۲). برخلاف اثرات تسهیلی بیان شده، نتایج برخی مطالعات افزایش مهار پیش سیناپسی و دپرشن پاسخ‌های عضلانی را پس از کاربرد ویبراسیون نشان می‌دهند(۱۵) و به این تناقض که با وجود افزایش فعالیت عضلانی، مهار رفلکسی نیز گزارش شده است، تاکنون پاسخ واضحی داده نشده است. مطالعات صورت گرفته روی اثرات چند جلسه‌ای و دراز مدت ویبراسیون هم در مقایسه با مطالعاتی که اثر آنی را بررسی کرده‌اند، اندک می‌باشند. با توجه به اینکه تمرین ویبراسیون کل بدن سبب تغییر تحریک

پذیری موتورنورونها و ایجاد انقباضات رفلکسی در عضله می‌شود یکی از روشهای تشخیصی برای تعیین اثرات نوروفیزیولوژی ویبراسیون ثبت و بررسی رفلکس H می‌باشد. رفلکس H معیار قابل اعتمادی از فعالیت رفلکسی نخاعی و تحریک‌پذیری موتورنورونهای مربوط است(۱۹-۱۶). استیسی اپل وهمکاران در سال ۲۰۱۰ اثر حاد ویبراسیون کل بدن روی رفلکس H را بررسی کردند و مشخص کردند که دامنه رفلکس H با تمرین آنی ویبراسیون بطورمعنی‌داری کاهش می‌یابد اما بعد از ۵ دقیقه به سطح اولیه برمی‌گردد(۲۰). البته آنها در گروه کنترل (ویبراسیون خاموش) هم این کاهش را مشاهده کردند و حدس زدند این کاهش ایجاد شده و بی دوام لزوما به ویبراسیون کل بدن مربوط نیست و می‌تواند به وضعیت اسکوات مربوط باشد. فرناندو مارتینز و همکاران در سال ۲۰۱۳ اثرات ۶ هفته‌ای ویبراسیون کل بدن بر پاسخ رفلکسی و زمان عکس‌العمل عضلات مچ پا را با تست اینورژن مچ پا (میزان فعالیت الکترومیوگرافی عضلات حین تست اینورژن روی پلات فورم) و ثبت الکترومیوگرافی عضلات پرونئوس لونگوس و برویس و تیبیالیس قدامی بررسی کردند و مشخص کردند با اعمال ویبراسیون زمان عکس‌العمل عضلات مچ پا بهبود نمی‌یابد (۲۱). علیرغم افزایش کاربرد ویبراسیون کل بدن هنوز مکانیسم اثر آن بر عملکرد نوروماسکولار مشخص نشده است. کاهش تحریک-پذیری موتورنورون در سطح نخاع بعد از استفاده آنی از ویبراسیون در تحقیقات مختلف مطرح شده است(۲۱-۱۵) اما میزان پایداری آن مشخص نیست. به نظر می‌رسد این اثر دوام چندانی ندارد و بعد از گذشت چند دقیقه از بین می رود. سوالی که مطرح می‌شود این است که آیا اثر آنی یک جلسه ویبراسیون بر پاسخ رفلکسی H با اثر کوتاه مدت ویبراسیون بر این پاسخ رفلکسی متفاوت خواهد بود؟ آیا می‌توان با اعمال چند جلسه‌ای ویبراسیون کل بدن پایداری بیشتر این اثرات را مشاهده کرد؟ بنابراین هدف این مطالعه بررسی اثر آنی و کوتاه مدت ویبراسیون کل بدن بر پارامترهای منحنی فراخوانی رفلکس H می‌باشد که شاخص مهم میزان تحریک پذیری موتورنورونهای نخاعی می‌باشد و به همین دلیل در این مطالعه اثر ویبراسیون، بعد از ۱۲ جلسه تمرین با اثر آنی آن قبل و بعد از برنامه تمرینی ۱۲ جلسه‌ای بر پارامترهای منحنی فراخوانی رفلکس H بررسی خواهد شد.

روش بررسی

این مطالعه یک کارآزمایی بالینی یک سویه کور بود که روی ۱۵ مرد داوطلب سالم غیرورزشکار (قد: ۵/۴۰±۱۷۸/۹۰، وزن: ۷/۰۳±۷۶/۸۰، سن: ۲/۲۳±۲۶/۱ و شاخص توده بدنی ۱/۵۵±۲۴/۰۱) انجام شد. سمت غالب همه این افراد راست بود. این افراد بطور منظم (حداقل ۳ بار در هفته و هر نوبت ۳۰ دقیقه) در هیچ فعالیت ورزشی شرکت نداشتند. روش نمونه‌گیری بصورت غیرتصادفی آسان از نمونه‌های در دسترس بود. معیارهای ورود شامل نداشتن سابقه بیماری قلبی یا استفاده از نوسان ساز قلبی، تصادف یا جراحی اخیر، سنگ کلیه، سابقه صرع یا تشنج، سابقه بیماریهای مغز و اعصاب و بیماریهای سیستمیک بود. افراد به دلیل تمایل نداشتن به ادامه همکاری، احساس ناخوشایند از ارتعاشات دستگاه تمرین یا تحریک الکتریکی سیستم ثبت و همچنین عدم پایداری پاسخ H از مطالعه خارج شدند، که بر این اساس ۵ نفر از مطالعه حذف شدند. در ابتدا روش کار و نحوه انجام تست و تمرین برای همه افراد تشریح شد و همه افراد فرم کتبی رضایت‌نامه آگاهانه را قبل از ورود به مطالعه خوانده و امضاء کردند. طرح این مطالعه در کمیته اخلاق پزشکی دانشگاه تربیت مدرس مورد تایید قرار گرفت.

این مطالعه با هدف بررسی اثر ۱۲ جلسه‌ای ویبراسیون کل بدن بر تحریک پذیری موتورنورونهای نخاع از طریق ویژگیهای منحنی فراخوانی رفلکس H شامل دامنه و شدت تحریک آستانه منحنی، دامنه و شدت تحریک پاسخ حداکثر، شیب صعودی منحنی، دامنه موج M در حضور H (Mh) و همچنین نسبت Hmax/Mmax طراحی شد. بدین منظور افراد مورد مطالعه ابتدا دوره‌ی تمرین شم (ایستادن در وضعیت نیمه اسکوات روی ویبراسیون خاموش) را به مدت ۱۲ جلسه انجام دادند، سپس پس از گذشت ۲هفته (به منظور حذف کامل اثرات احتمالی تمرین شم) دوره‌ی تمرین ویبراسیون (ایستادن روی وضعیت نیمه اسکوات روی ویبراسیون روشن) را به مدت ۱۲جلسه انجام دادند. ارزیابی‌ها و ثبت منحنی فراخوانی رفلکس H قبل و بعد از تمرین در جلسه اول و دوازدهم در هر دو دوره‌ی تمرین شم و تمرین ویبراسیون انجام شد.

درجلسه اول و قبل از ورود افراد به دوره‌ی تمرین شم، پس از تکمیل پرسشنامه ابتدا پایداری رفلکس H با ۵ ثبت متوالی حداکثر پاسخ H بررسی شد. افرادی که پایداری این رفلکس را نداشتند و تغییر دامنه پاسخهای ثبت شده نسبت به

میانگین بیش از ۱۰ درصد بود از مطالعه خارج شدند. از همه افراد خواسته شد تا شب قبل از آزمون، خواب و استراحت کافی داشته باشند و از دارو استفاده نکنند. برای ثبت منحنی فراخوانی، فرد در وضعیت به شکم خوابیده قرار می‌گرفت، طوریکه مچ پاها از تخت بیرون بود. یک بالش زیر شکم قرار داشت و یک بالشتک هم زیر ساق قرار داشت تا زانو در زاویه ۱۵ درجه فلکشن قرار گیرد، مچ پا هم در زاویه ۹۰ درجه بود. سپس الکترودهای ثبت روی عضله سولئوس و الکترود تحریک درمحل حفره پوپلیته قرار می‌گرفت تا رفلکس H ثبت شود. پس از آن در حالیکه الکترودها به پای فرد متصل بود روی دستگاه ویبراسیون قرار می‌گرفت (شکل۱). در تمرین شم فرد در ابتدا ۴ ست یک دقیقه‌ای روی ویبراسیون خاموش می‌ایستاد. بین هر ست ۱ دقیقه استراحت بود که فرد روی صندلی می‌نشست. بعد از انجام ست آخر فرد در وضعیت ثبت قرار می‌گرفت و دوباره ثبت رفلکس صورت می‌گرفت.

شکل ۱- وضعیت قرار گرفتن فرد روی صفحه ی ویبراسیون

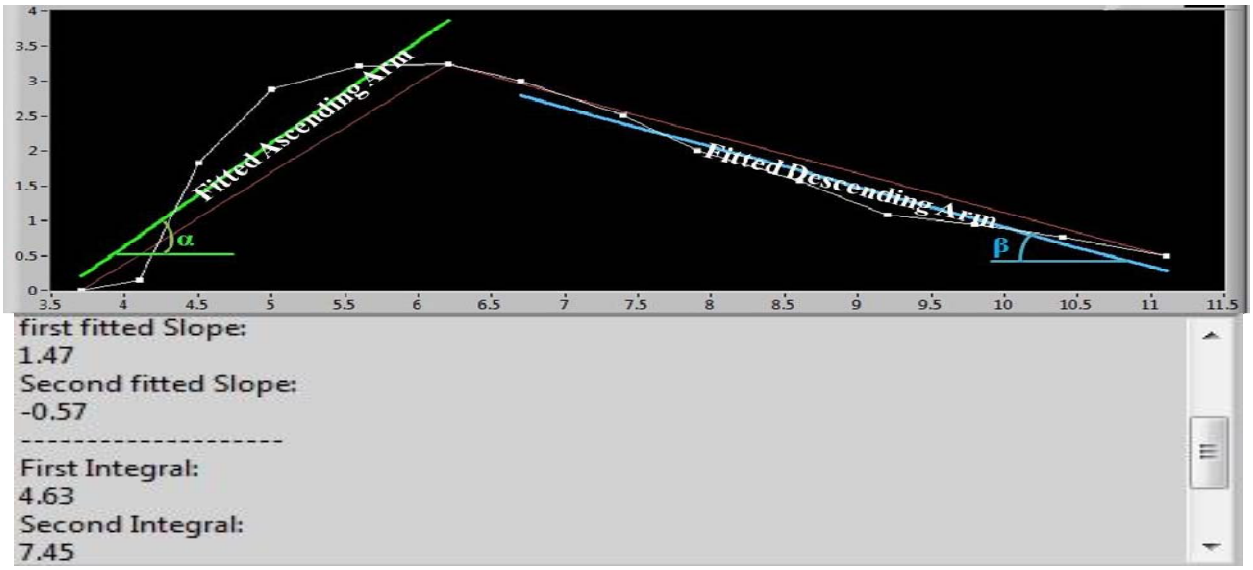
تمرین شم ویبراسیون

دستگاه ویبراسیون بکار رفته fit vibe (Medical, Uniphy, Germany) بود. دامنه بکار رفته ۳ میلی‌متر و فرکانس ۳۰ هرتز بود. نوع ویبراسیون کل بدن (WBV) از نوع عمودی بود. افراد وضعیت نیمه اسکوات به خود می‌گرفتند، طوریکه زانو در زاویه ۳۰-۲۵ درجه فلکشن قرار داشت و دستها دسته دستگاه را میگرفتند. زاویه زانو با گونیامتر دستی کنترل می‌شد. پاهای افراد در محل ثابتی روی مارکرهای مشخص روی صفحه ویبراسیون قرار می‌گرفت. برای جلوگیری از اثر شنیداری ارتعاشات دستگاه ویبراسیون از هدفون استفاده شد. در دوره‌ی شم و قبل از ورود افراد به دوره‌ی ویبراسیون افرد تجربه‌ای از ویبراسیون کل بدن نداشتند. در هر کدام از دوره‌های تمرین شم و تمرین ویبراسیون، برنامه تمرینی ۳ جلسه در هفته به مدت ۴ هفته (۱۲جلسه) بود. همه افراد ابتدا دوره‌ی تمرین شم و سپس (بعد از ۲هفته فاصله) دوره‌ی تمرین ویبراسیون را سپری کردند. تعداد تمرین در جلسه اول هر دوره ۴ ست ۱ دقیقه‌ای با فاصله استراحت ۱ دقیقه بین ست‌ها بود. روند تمرینات با توجه به اصل تمرینی اضافه بار بصورت پیشرونده بود طوریکه هر هفته (یا پس از۳جلسه) یک ست به ست‌های تمرینی اضافه می‌شد و آخرین جلسه شامل ۷ ست ۱ دقیقه‌ای با فواصل استراحت ۱ دقیقه با همان فرکانس ۳۰هرتز و دامنه ۳ میلی متر بود.

ثبت فراخوانی رفلکس H

برای تحریک عصب تیبیال در محل حفره پوپلیته از دستگاه تحریک الکتریکی طراحی شده و ایزولاتور(NIHON KOHDEN ,shinjuko, Japan) استفاده شد. الکترود تحریک به صورت بار الکترود با ابعاد ۵/۵×۳ سانتی‌متر و فاصله ۴ سانتی‌متر بین کاتد و آند مورد استفاده قرار گرفت (Recording electrode, EB, Neuro Italy). جریان تحریکی شامل پالس مربعی با پهنای ۰/۱ میلی‌ثانیه و فرکانس ۰/۲ هرتز بود تا از خستگی عضله جلوگیری شود. برای ثبت پاسخ عضله از دستگاه (Neuro EMG-Micro, Neurosoft, Russia) و نرم‌افزار ثبت و پردازشی آن استفاده شد. ابتدا موهای زائد ناحیه الکترودهای ثبت و تحریک تراشیده شد و پوست آن با الکل شستشو شد تا

امپدانس پوست در برابر عبور جریان به حداقل برسد. سپس الکترودهای ثبات و زمین از جنس نقره-کلرید نقره با قطر ۱سانتی متر و با واسطه ژل لوبریکانت روی پوست قرار گرفتند. برای تحریک، الکترود تحریک در محل حفره پوپلیته جابجا می‌شد تا بهترین محل برای تحریک شناسایی شود و سپس الکترود تحریک با نوار ولکرو ثابت شد. محل الکترودهای ثبات روی عضله سولئوس در امتداد تاندون آشیل و تقریبا منطبق بر شیـار بین دو سر عضله گـاستروکنمیوس بود. برای بدست آوردن این محل فاصله بین خط پشت زانو و قوزک داخلی بوسیله متر نواری اندازه‌گیری شد و الکترود کاتد در محل ۲/۳ فوقانی و ۱/۳ تحتانی این فاصله و الکترود رفرنس هم ۲ سانتی‌متر پایین تر از آن قرارگرفت. الکترود زمین هم در فاصله بین الکترودهای تحریک و ثبت قرار داشت. الکترودهای ثبات و زمین با چسب ضد حساسیت ثابت شدند. برای ثبت منحنی فراخوانی رفلکس H عضله سولئوس، شدت جریان تحریکی از زیر آستانه ظهور پاسخ H تا شدت لازم برای ثبت پاسخ حداکثر H و حداقل پاسخ H در حضور حداکثر پاسخ M تنظیم شد. رفلکس H با ۱۳شدت تحریک که هرشدت سه بار تکرار می‌شد ثبت گردید. برای ترسیم منحنی فراخوانی از نرم افزار تدوین شده در Lab view استفاده گردید. پس از وارد کردن داده‌های خام شامل شدت جریانهای تحریکی و دامنه‌های ثبت شده در دو پاسخ H و M در برنامه Labview، منحنی فراخوانی ترسیم شد(شکل ۲) و سپس پارامترهای دامنه آستانه و قله منحنی فراخوانی،شدت تحریک آنها، موج M در حضور H، شیب صعودی منحنی و نسبت Hmax/Mmax محاسبه گردید. ثبت‌ها قبل و بعد از تمرین در جلسه اول و دوازدهم درهر دو دوره‌ی تمرین شم و ویبراسیون انجام شد.



شکل ۲- نمونه منحنی فراخوانی رفلکس H ترسیم شده درنرم افزارlab view

آنالیز آماری

از نسخه ۱۹نرم افزار SPSS برای تجزیه و تحلیل داده‌ها استفاده شد. توزیع طبیعی داده‌ها با آزمون K-S مشخص شد. برای تجزیه و تحلیل داده‌های هر دوره (شم و ویبراسیون) از آزمون Repeat Measure ANOVA استفاده شد. برای مقایسه تغییرات تمرین (شم و ویبراسیون) قبل و بعد از مداخله از آزمون تی زوجی استفاده شد. برای حذف عوامل مداخله‌گر تمامی داده‌های ثبت شده در هر جلسه نسبت به داده‌های ثبت شده قبل از مداخله نرمالیزه شدند. سطح معنی داری P≤۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

یافته ها

اثر آنی تمرین شم و ویبراسیون در جلسه اول

بعد از یک جلسه تمرین شم در مقایسه با قبل از آن پارامترهای منحنی فراخوانی رفلکس H تغییر معنی‌داری نشان نداد (P>۰/۰۵). البته میانگین شیب صعودی منحنی فراخوانی رفلکس H و دامنه قله منحنی به ترتیب ۲/۴و ۱/۲درصد کاهش نشان داد (جدول۱). بعد از یک جلسه تمرین ویبراسیون هم پارامترهای منحنی فراخوانی رفلکس H تغییر معنی‌داری نشان نداد (P>۰/۰۵)، هر چند شیب صعودی منحنی فراخوانی ۰/۸

درصد افزایش و دامنه قله منحنی۳/۳ درصد کاهش نشان داد (جدول ۲).

جدول ۱- تغییرات پارامترهای منحنی فراخوانی رفلکس Hدر پاسخ به تمرین شم (mean±SD)

متغیر	قبل از جلسه اول	بعد از جلسه اول	قبل از جلسه ۱۲	بعد از جلسه ۱۲
شیب صعودی منحنی فراخوانیH(میلی ولت/میلی آمپر)	۳/۱۲±۳/۲۱	۲/۹۱±۳/۱۳	۱/۵۰±۱/۹۹	۲/۲۱±۲/۵۸
دامنهآستانه منحنی فراخوانی H(میلی ولت)	۰/۳۰±۰/۱۶	۰/۳۲±۰/۲۶	۰/۳۳±۰/۲۶	۰/۲۵±۰/۱۲
شدت تحریک لازم برای ثبتدامنه آستانه(میلی آمپر)	۶/۴۴±۱/۲۳	۶/۴۸±۱/۲۲	۶/۴۷±۱/۱۸	۶/۵۸±۱/۱۳
دامنه قله منحنی فراخوانی H(میلی ولت)	*۴/۲۰±۷/۲۳	۳/۷۸±۷/۱۴	*۲/۹۴±۴/۵۹	۳/۷۵±۵/۳۷
شدت تحریک لازم برای ثبتدامنهقله (میلی آمپر)	۲/۲۷±۹/۸۱	۱/۸۴±۹/۲۸	۲/۵۴±۹/۶۷	۲/۶۸±۹/۶۳
دامنه قله موج M در حضورH(میلی ولت)	۱/۰۱±۱/۳۵	۰/۶۰±۱/۰۷	۱/۰۳±۱/۰۸	۰/۹۵±۱/۱۹
نسبتHmax/Mmax	۰/۲۶±۰/۵۷	۰/۲۲±۰/۶۴	۰/۷۰±۰/۸۲	۰/۹۳±۱/۱۲

:معنی داری اثر کوتاه مدت تمرین شم(قبل جلسه اول با قبل جلسه ۱۲)$p\leq 0.05$

اثر آنی تمرین شم و ویبراسیون در جلسه دوازدهم

بااثر آنی تمرین شم در جلسه دوازدهم (قبل و بعد از تمرین در جلسه ۱۲) پارامترهای منحنی فراخوانی رفلکس H (جدول۱) تغییر معنی‌داری نشان نداد (P>۰/۰۵). اما با اثر آنی تمرین ویبراسیون در جلسه۱۲ (جدول۲)، پارامتر دامنه آستانه، کاهش معنی‌دار ۷۳ درصدی نشان داد (P=۰/۰۵) و شدت تحریک لازم برای ثبت دامنه قله منحنی، افزایش معنی‌دار ۸ درصدی نشان داد(P=۰/۰۵). شیب صعودی منحنی فراخوانی رفلکس H و دامنه قله منحنی با وجود کاهش ۲۰ و ۹درصدی تغییر معنی داری نشان نداد (P>۰/۰۵).

اثر کوتاه مدت تمرین شم و ویبراسیون

برای بررسی اثر کوتاه مدت تمرین (شم و ویبراسیون) دراین مطالعه، مقادیر بدست آمده هر پارامتر قبل از جلسه اول با مقادیر ثبت شده قبل از جلسه دوازدهم مقایسه شد تا اثر تمرین کوتاه مدت مشخص شود. در این مقایسه در تمرین شم، تنها دامنه قله منحنی فراخوانی رفلکس H کاهش معنی‌دار ۳۲ درصدی نشان داد (P=۰/۰۰۴) و شیب صعودی منحنی فراخوانی رفلکس با وجود کاهش ۳۸ درصدی تغییر معنی‌داری نشان نداد (جدول۱). در تمرین ویبراسیون تنها پارامتر شدت تحریک آستانه کاهش معنی‌دار ۱۳ درصدی نشان داد (P=۰/۰۱). دامنه آستانه ۱۷/۲ درصد افزایش یافت اما تغییر معنی‌داری نشان نداد، پارامترهای شیب صعودی منحنی فراخوانی رفلکس H و دامنه قله منحنی با وجود افزایش ۷ و ۱۴ درصدی تغییر معنی‌داری نشان نداد (جدول ۲). در مقایسه درصد تغییرات تمرین کوتاه مدت شم با تمرین کوتاه مدت ویبراسیون، تنها پارامتر شدت تحریک آستانه منحنی (P=۰/۰۵) و سطح زیر منحنی رفلکس اختلاف معنی‌دار نشان داد (P=۰/۰۱).

جدول ۲- تغییرات پارامترهای منحنی فراخوانی رفلکس Hدر پاسخ به تمرین ویبراسیون(mean±SD)

متغیر	قبل از جلسه اول	بعد از جلسه اول	قبل از جلسه ۱۲	بعد از جلسه ۱۲
شیب صعودی منحنی فراخوانیH(میلی ولت/میلی آمپر)	۲/۲۸±۱/۶۲	۲/۳۰±۱/۹۵	۲/۴۷±۲/۴۵	۱/۹۶±۱/۸۹
دامنه آستانه منحنی فراخوانی H(میلی ولت)	۰/۳۲±۰/۲۹	۰/۱۸±۰/۱۴	۰/۳۵±۰/۳۴*	۰/۱۳±۰/۰۹*
شدت تحریک لازم برای ثبت دامنه آستانه(میلی آمپر)	۶/۸۵±۱/۳۰¥	۶/۶۱±۱/۴۳	۵/۹۱±۱/۰۹¥	۶/۰۵±۱
دامنه قله منحنی فراخوانی H(میلی ولت)	۵/۱۵±۳/۱۵	۴/۹۸±۳/۰۲	۵/۹۲±†۳/۹۲	۵/۳۷±†۳/۷۵
شدت تحریک لازم برای ثبت دامنهقله (میلی آمپر)	۹/۴۶±۱/۸۵	۹/۱۴±۲/۲۷	۸/۹۳±۲/۳۷	۹/۶۶±۲/۳۶*
دامنه قله موج M در حضورH(میلی ولت)	۱/۳۴±۱/۱۳	۰/۹۲±۰/۸۰	۱/۵۰±۱/۰۶	۱/۷۵±۰/۹۷
نسبت Hmax/Mmax	۰/۵۳±۰/۲۱	۰/۴۷±۰/۲۱	۰/۸۷±۰/۸۳	۰/۷۳±۰/۷۱

*: معنی داری اثر آنی تمرین ویبراسیون در جلسه ۱۲ $p\leq$۰/۰۵

†: معنی داری اثر آنی تمرین ویبراسیون در جلسه ۱۲

¥:معنی داری اثر تمرین کوتاه مدت ویبراسیون(قبل جلسه اول با قبل جلسه۱۲)

بحث

هدف این مطالعه مقایسه اثر آنی و کوتاه مدت ویبراسیون کل بدن بر منحنی فراخوانی رفلکس H عضله سولئوس با هدف ارزیابی تحریک پذیری نورونهای حرکتی بود. از نکات مثبت این تحقیق وارد کردن گروه کنترل با حفظ وضعیت اسکوات با ویبراسیون خاموش (تمرین شم) بود و اینکه هر فرد دو هفته قبل از انجام تمرین ویبراسیون، تمرین شم را انجام داده و در واقع کنترل خودش محسوب می‌شد. در این مطالعه دامنه قله منحنی فراخوانی H به صورت آنی و پس از تمرین کوتاه مدت شم کاهش نشان داد که این کاهش در تمرین کوتاه مدت شم معنی‌دار بود. در واقع تمرین شم کوتاه مدت توانست رفلکس را مهار کند، یافته دیگر این تحقیق افزایش شدت تحریک آستانه با تمرین شم بود هر چند این پارامتر معنی‌دار نشد اما می‌تواند نشانه بالا رفتن آستانه فراخوانی رفلکس H پس از تمرین شم باشد که ممکن است بدلیل خستگی ناشی از حفظ وضعیت اسکوات در جلسات شم باشد. ریتزمن و دی رویتر(۲۳-۲۲) کاهش فوری رفلکس H را بدنبال تمرین خسته کننده مشاهده کردند و حدس زدند خستگی می‌تواند بر تحریک‌پذیری موتورنورونها تاثیر بگذارد. البته پیشنهاد کردند که ممکن است این پاسخ به نوع فیبر عضله وابسته باشد. همچنین با انجام تمرینات کوتاه مدت شم، میانگین دامنه موج M در حضور H، ۱۱/۸ درصد کاهش نشان داد، اگرچه این پارامتر معنی‌دار نبود اما می‌تواند وجود خستگی را تایید کند. داداشی و ترکمان در سال ۲۰۱۲ ساپرس فعالیت رفلکس H را با حفظ وضعیت نیمه اسکوات روی دستگاه WBV خاموش نشان دادند(۲۴). آنها مکانیسم‌های کنترلی فعال شده مانند انقباض عضلات اکستانسوری را در مهار منحنی فراخوانی رفلکس H موثر دانستند. می‌توان گفت در تمرین شم، به علت انقباض عضلات خلفی ساق، عضله چهارسر و همسترینگ و ایجاد خستگی ناشی از حفظ وضعیت اسکوات، الگوهای ایجاد شده در منحنی فراخوانی رفلکس مهاری بوده‌اند(۲۶-۲۵). البته کند انقباض بودن فیبرهای عضله سولئوس و مقاومت آنها در برابر خستگی این قضیه را به چالش می‌کشد، اما به نظر می‌رسد تمرین کوتاه مدت اسکوات توانسته در رفلکس H این عضله الگوی مهاری ایجاد کند. مکانیسم احتمالی دیگر طول عضله سولئوس حین وضعیت اسکوات است که در معرض کشش ایستا به مدت نسبتا طولانی قرار می‌گیرد، که این وضعیت نیز می‌تواند دیس شارژ آورانهای Ia را کاهش دهد و در نتیجه موجب بروز الگوی مهاری، در پاسخ رفلکسی شود.

در دوره‌ی تمرین ویبراسیون در جلسه دوازدهم و با اثر آنی تمرین ویبراسیون، دامنه آستانه منحنی فراخوانی کاهش معنی‌دار نشان داد و علاوه بر آن شدت تحریک لازم برای ثبت دامنه قله منحنی افزایش معنی‌دار نشان داد، البته در جلسه اول هم با اثر آنی ویبراسیون، کاهش دامنه قله منحنی مشاهده شد اما معنی‌دار نبود. به نظر می‌رسد اثر آنی تمرین ویبراسیون ایجاد روند مهاری در منحنی فراخوانی رفلکس H کرده باشد. کوکران و استنارد در سال ۲۰۰۵ مشخص کردند تمرین آنی ویبراسیون کل بدن سبب افزایش پرش عمودی و انعطاف‌پذیری می‌شود و علت را تسهیل مدار رفلکس کششی عنوان کردند(۳). البته آنها بطور مستقیم پاسخ رفلکسی را ثبت نکردند و فقط دلیل احتمالی افزایش پرش عمودی را به تسهیل رفلکسی نسبت دادند. اما نتایج مطالعه حاضر نتیجه معکوسی را در ارتباط با پاسخ رفلکسی نشان داد که به نظر می‌رسد افزایش پرش عمودی را نمی‌توان از طریق مکانیسم رفلکسی توجیه نمود. داداشی و ترکمان در سال ۲۰۱۲ مهار رفلکس H را بلافاصله پس از یک جلسه ویبراسیون مشاهده کردند که تا ۱۰ دقیقه پس از WBV هم ادامه داشت و ریکاوری صورت نگرفت(۲۴). استیسی اپل و همکاران در سال ۲۰۱۰، اثر آنی ویبراسیون روی رفلکس H و دامنه حرکتی مچ پا را بررسی کردند و مشخص کردند دامنه رفلکس H کاهش معنی‌داری نشان داد هر چند دوام آن حدود ۵ دقیقه بود و پس از آن به حالت اولیه بازگشت(۲۰). این موارد با نتایج مطالعه حاضر همخوانی دارد. از یافته‌های دیگر این مطالعه دامنه موج M در حضور H(Mh) بود که میانگین آن با اثر یک جلسه‌ای (آنی) ویبراسیون کاهش ۳۱ درصدی نشان داد، هر چند معنی‌دار نبود. همچنین نسبت Hmax/Mmax که در اکثر تحقیقات به عنوان شاخص کارآیی انتقال عصبی بین فیبرهای حسی Ia و آلفا موتورنورون می‌باشد(۱۶) با اثر آنی ویبراسیون، کاهش غیر معنی‌دار نشان داد که این حالت با مطالعه ریتزمن و همکاران در سال ۲۰۱۱ که نشان دادند این نسبت بلافاصله بعد از ویبراسیون کاهش می‌یابد، همخوانی دارد(۲۳). اگرچه با ویبراسیون کل بدن دیس شارژ آورانهای Ia از طریق راههای تک سیناپسی و چند سیناپسی موتورنورونهای عضلات، سبب انقباض می‌شوند اما نیروی عضله در مقایسه با ویبراسیون مستقیم عضله و تاندون کمتر افزایش می‌یابد، این کاهش نیرو بخاطر این است که احتمالا ویبراسیون در چند سطح سبب مهار پیش سیناپسی آوران Ia می‌شود که جلوی فراخوانی بیشتر موتورنورونها را می‌گیرد (۲۸-۲۷). علاوه بر این حین ویبراسیون، فراخوانی موتورنورونها

طبق اصل اندازه (Size principle) می‌باشد و هرگونه فراخوانی موتورنورونها ممکن است محدود به موتورنورنهای کوچکتر باشد(۱۹). یافته‌های Rittweger و همکاران بصورت غیرمستقیم نشان می‌دهد که فراخوانی فیبرها حین WBV محدوداست(۲۹). حین ویبراسیون کل بدن، ویبراسیون مستقیما روی تاندونهای عضلات اعمال نمی‌شود و روی کف پاها اعمال می‌شود و مفاصل اندام تحتانی از دیستال به پروگزیمال اثر میرایی (Damping) بر ارتعاشات مکانیکی ایجاد شده دارند. علاوه بر این ویبراسیون سبب مهار متقابل عضلات آنتاگونیست می‌شود و حین ویبراسیون کل بدن، عضلات آگونیست و آنتاگونیست بطور همزمان در معرض تحریک ویبراسیون قرار دارند که تعیین قطعی نوع فعالیت عضله را مشکل می‌سازد اگرچه این همزمانی فعالیت خود ممکن است اثر مهاری ویبراسیون را افزایش دهد. در این مطالعه با تمرینات کوتاه مدت ویبراسیون کل بدن نتایجی بدست آمد که تقریبا متضاد با نتایج اثر آنی ویبراسیون است و توجیه فیزیولوژیک آن را کمی دشوار می‌نماید. هر چند با تمرین کوتاه مدت ویبراسیون کل بدن تنها پارامتری که معنی‌دار شد، شدت تحریک آستانه منحنی فراخوانی رفلکس H بوداما افزایش غیر معنی‌دار شیب صعودی منحنی فراخوانی رفلکس H و دامنه قله منحنی، این گمان را ایجاد می‌کند که شاید تمرین کوتاه مدت ویبراسیون سبب تسهیل پاسخ رفلکسی شده است. به نظر می‌رسد با تکرار تمرین ویبراسیون تطابقات با دوام‌تری در الگوی رفلکسی انقباض عضلانی رخ داده که در جهت تسهیل پاسخ رفلکسی و افزایش تحریک پذیری موتورنورونها بوده است. پارامترهای دیگری که قابل توجه هستند دامنه موج Mh بود که با وجود اینکه با تمرین آنی ویبراسیون کاهش نشان داد اما با تمرین کوتاه مدت ویبراسیون به میزان ۳۰/۵ درصد افزایش یافت (هر چند معنی‌دار نبود)، همینطور نسبت Hmax/Mmax که شاخص تحریک‌پذیری رفلکسی موتورنورونها محسوب می‌شود نیز افزایش غیر معنی‌دار نشان داد در حالیکه با تمرین آنی ویبراسیون این پارامتر کاهش یافته بود. شاید تمرین کوتاه مدت و چند جلسه‌ای ویبراسیون کل بدن سبب Potentiation و تحریک آورانهای دوک عضلانی شده که با افزایش فراخوانی فضایی (Spatial Recruitment) سبب فعال سازی رفلکسی نورونهای حرکتی شده است(۳) و حداقل اثر مهاری ویبراسیون که با تمرین آنی ایجاد می‌شود را خنثی کرده باشد. در مقایسه تمرین ویبراسیون با تمرین شم هم اختلاف معنی‌داری در شدت تحریک آستانه و سطح زیر منحنی مشاهده شد که اثر تحریکی ویبراسیون و اثر مهاری شم را تایید می‌کند. اثر آنی ویبراسیون مانند بسیاری از مطالعات، مهار پاسخ رفلکسی را در بر داشته است اما انجام تمرینات کوتاه مدت ویبراسیون احتمالا کاهش فعالیت مهار پیش سیناپسی، افزایش Potentiation و تسهیل مکانیزمهای انقباضی سگمنتال یا سوپراسگمنتال را در بر داشته است که باید در مطالعات آینده مورد توجه قرار گیرد. ثبت پاسخهای الکترومیوگرافیک عضلات حین اعمال ویبراسیون و همچنین ثبت پتانسیلهای برانگیخته حرکتی پس از اعمال ویبراسیون می‌تواند در شناسایی مسیرهای انتقالی و تاثیر پذیری سیستم عصبی–عضلانی موثر باشد. در مطالعه حاضر به دلیل محدویتهای دستگاهی امکان همزمانی ثبت پاسخهای الکترومیوگرافیک وجود نداشت که امید است توسط سایر محققان مد نظر قرار گیرد.

قدردانی

نتایج ارائه شده در این مطالعه از پایان نامه دکتری دانشگاه تربیت مدرس استخراج شده است که بدین وسیله نویسندگان این مقاله مراتب تشکر و قدردانی خود را از مسوولین پژوهشی دانشگاه اعلام می‌دارند.

REFERENCES

1. Artero E G, Espada Fuentes J C, Arguelles C J, Roman A, Gomez Lopez P J, Gutierrez A. Effects of whole-body vibration and resistance training on knee extensors muscular performance. Eur J ApplPhysiol 2012;112:1371-1378.
2. Albasini A, Krause M,Rembitzki I. Using whole body vibration in physical therapy and sport. Churchill Livingstone: Elsevier2010; 42-60.
3. Cochrane D J , Stannard S R. Acute whole body vibration training increases vertical jump and flexibility performance in elite female field hockey players. Br J Sports Med 2005;39:860-865.
4. Cardinale M, Bosco C. The use of vibration as an exercise intervention. J Exe and Sport Sci Reviews 2003;31(1):3-7.
5. Torvinen S, Kannu P, Sievanen H, Jarvinen T A, Pasanen M, Kontulainen S, et al. Effect of a vibration exposure on muscular performance and body balance Randomized cross-over study. J Clin Physiol and Func Imag 2002;22(2):145-52.
6.Pollock R D, Provan S , Finbarr C M, Newham Di J. The effects of whole body vibration on balance joint position sense and cutaneous sensation. Eur J Appl Physiol 2011;111:3069-3077.

7. Mester J, Spitzenfeil P, Schwarezer J, Seifriz F. Biological reaction to vibration implications for sport. J Sci and Med in Sport 1999; 2(3):211-226.
8. Rittweger J. Vibration as an exercise modality: how it may work and what its potentials might be. Eur J Applphysiol2010;108:877-904.
9. Torvinen S, Kannu P, Sievanen H, Jarvinen AH, Pasanen M, Kontulainen S, et al. Effect of four-month vertical whole body vibration on performance and balance.J Med and Sci in Sports and Exe 2002b;34(9):1523-1528.
10. Lachance C, Weir P, Kenno K, Horton S. Is whole -body vibration beneficial for seniors?. J Eur Rev Aging Phys Act 2012; 9 : 51-62.
11. Gunther S, Thomas LM. Long term whole body vibration training has no effects on plantar foot sensitivity and balance control. J Foot and Ankle Research 2012;5(1):022.
12.Pellegrini MJ, Lythgo ND, Morgan DL, Galea MP. Voluntary activation of the ankle plantar flexors following whole-body vibration. Eur J Appl Physiol 2010;108:927-934.
13. Costantino C, Pogliacomi F, Soncini G. Effect of the vibration board on the strength of ankle dorsal and plantar flexor muscles: a preliminary randomized controlled study. J Acta Biomed2006;77:10-16.
14. Delecluse C, Roelants M, Verschueren S. Strength increase after whole-body vibration compared with resistance training. J Med and Sci in Sports and Exe 2003;35(6):1033–1041.
15. Gillies JD, Lance JW, Neilson PD, Tassinari CA. Presynaptic inhibition of the monosynaptic reflex by vibration. J Physiol 1969;205(2):329-39.
16. Gozde K, Alparslan Erman K. The neurophysiological effects of whole body vibration training, J Phys Edu and Sport Sci 2012, 6(2). 129-136.
17. Knikou M. The H reflex as a Probe Pathways and Pitfalls. J Neurosci Methods 2008;171(1):1-12.
18.Palmieri RM, Ingersoll CD, Hoffman MA. The Hoffmann Reflex: Methodologic considerations and applications for use in sports medicine and athletic training Research. J Athl Train 2004;39(3):268-277.
19. Kipp K, Johnson ST, Hoffman MA. Functional principal component analysis of H-reflex recruitment curves. J Neuro Sci Methods 2011;197:270-273.
20. 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. J Sports Physther2010; 5(1):33-39.
21.Martinez F, Rubio Jacobo A, Ramos Domingo J, Esteban P, Mendizabal S, Jimenez F. Effects of 6-week whole- body vibration training on the reflex response of the ankle muscles: A Randomized controlled trial. J Sports Physther 2013; 8(1):15-24.
22. De Ruiter CJ, Van Raak SM, Schilperoort JV, Hollander AP, De Hann A. The effects of 11 weeks whole body vibration training on jump height, contractile properties and activation of human knee extensors. Eur J Appl Physiol 2003;90:595-600.
23. Ritzmann R, Gollhofer A, Kramer A. The influence of vibration type, frequency, body position and additional load on the neuromuscular activity during whole body vibration. Eur J Appl Physiol 2013;113:1-11.
24. Dadashi L, Torkaman G. Short term effects of whole body vibration on the H reflex recruitment curve of soleus muscle. J Research in Rehab Sci 2012; 8(85): 1285-1295.
25. Maffiuletti NA, Saugy J, Cardinale M, Micallef JP, Place N. Neuromuscular fatigue induced by whole - body vibration exercise. Eur J Appl Physiol 2013;10:21-33.
26. Armstrong WJ, Grinnell DC, Cole LD, Van Gilder EL. Effects of generalized fatigue on the Hoffman reflex: preliminary results. J Clin Kinesio 2006; 60(1): 1-4.
27. Cardinale M, lim J. Electromyography activity of vastuslateralis muscle during whole-body vibration of different frequencies. J Strength and Conditioning Research 2003; 17(3):621-624.
28. Kipp K, Johnson ST, Doeringer JR, Hoffman MA,(b). Spinal reflex excitability and homosynaptic depression after a Bout of whole body vibration muscle and nerve. J Neurosci Methods 2011;43:259-262.
29. Rittweger J, Mutschelknauss M, Felsenberg D. Acute changes in neuromuscular excitability after exhaustive whole body vibration exercise as compared to exhaustion by squatting exercise. J Clin Physiol & Func 2003;23:81-86.

Research Article

Comparison of the immediate and short term (12 sessions) effects of whole body vibration on the spinal motor neurons excitability in healthy young men

Ahmadi M[1], Torkaman G[2*], Kahrizi S[3], Ghabaee M[4]

1- Ph.D Student, Department of Physical Therapy, Faculty of Medical Sciences, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran
2- Professor, Department of Physical Therapy, Faculty of Medical Sciences, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran
3- Assistant Professor, Department of Physical Therapy, Faculty of Medical Sciences, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran
4- Associate Professor, Department of Neurology, Medical Faculty, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

Abstract

Background and Aim: Despite the widespread use of whole body vibration (WBV),especiallyin recent years, its neurophysiological mechanism is still unclear and the results about the facilitatory or inhibitory effects of WBV widely vary in different studies. The aim of this study was to compare between immediate (one session) and short term (12 sessions) effects of WBV on the spinal motor neurons excitability in healthy young men.

Materials and Methods: Ten voluntary non-athlete healthy young-men (mean age:26.1±2.23) were participated in this study.In the sham sessions subjects stood on the turned off vibration plate while were maintaining the semi-squat position and then after 2 weeks wash-out, vibration training sessions were done on the same position with frequency of 30 HZ and peak to peak amplitude of 3 mm training sessions (sham & vibration) consisted of 12 sessions (3 sessions per week) and 4 set in each of them, weekly one set added to the training protocol. H reflex recruitment curve of soleus muscle was recorded before and after first and also 12th sessions in both sham and vibration training protocol. Ascending slope of recruitment curve, threshold and peak amplitudes and related intensities, amplitude of Mh and Hmax/Mmax ratio were determined.

Results: Immediate effects of vibration training 12th session caused a significant decrease of threshold amplitude and an increase of peak intensity ($p=0.05$ and $p=0.05$ respectively). Short term WBV training significantly decreased the threshold intensity of soleus recruitment curve ($p=0.01$).

Conclusion: The results suggest the inhibitory effect of acute WBV training on the spinal motor neurons excitability. It seems that short term WBV training may be effective to facilitate the motor neurons excitability or increase the muscle spindle sensitivity.

Key Words: Whole body vibration, H reflex recruitment curve, Soleus muscle, Short term training

***Corresponding author:** Department of Physical Therapy, Faculty of Medical Sciences, Tarbiat Modares University,Jalal Ale Ahmad Highway, Tehran, Iran

Email: torkamang@modares.ac.ir