

# بررسی تاثیر ویراسیون کل بدن بر پیش‌گیری و کاهش علائم آزرده‌گی عضلانی تاخیری متعاقب تمرینات اکسنتریک

عاطفه امینیان فر<sup>۱\*</sup> (Ph.D)، محمدرضا هادیان<sup>۲</sup> (Ph.D)، غلامرضا علیایی<sup>۲</sup> (Ph.D)، سعید طالبیان<sup>۲</sup> (Ph.D)، امیر هوشنگ بختیاری<sup>۱</sup> (Ph.D)

۱- دانشگاه علوم پزشکی سمنان، دانشکده توانبخشی، مرکز تحقیقات توانبخشی عصبی-عضلانی

۲- دانشگاه علوم پزشکی تهران، دانشکده توانبخشی

## چکیده

سابقه و هدف: آزرده‌گی عضلانی تاخیری (Delayed onset muscle soreness, DOMS) که متعاقب تمرینات اکسنتریک ایجاد می‌شود، عمل کرد حرکتی ورزش کاران را به دلیل درد و آسیب عضله کاهش می‌دهد، لذا درمان‌های متعددی جهت کنترل واکنش‌های التهابی پیشنهاد شده است. در سالهای اخیر در زمینه تمرین درمانی، ویراسیون کل بدن (Whole body vibration, WBV) توجه زیادی را به خود اختصاص داده و به‌عنوان روشی نوین در حیطه ورزش و بازتوانی، جهت افزایش قدرت و توان به کار گرفته می‌شود. این مطالعه با هدف بررسی تاثیر WBV در جلوگیری از پیدایش DOMS انجام شد.

مواد و روش‌ها: ۳۲ داوطلب سالم غیر ورزش کار به صورت تصادفی در دو گروه WBV (n=۱۵) و کنترل (n=۱۷) قرار گرفتند. جهت ایجاد DOMS نمونه‌ها ۶۰ انقباض اکسنتریک (۶ ست ۱۰ تایی) با سرعت زاویه‌ای ۶۰°/s بر روی عضله کوادرسیپس اندام تحتانی غالب انجام دادند. گروه WBV، قبل از انجام تمرینات اکسنتریک، به مدت یک دقیقه، ویراسیون را با فرکانس ۳۵ هرتز و دامنه ۵ میلی‌متر در وضعیت اسکوات ۱۰۰ درجه دریافت کردند. گروه کنترل هیچ‌گونه مداخله‌ای دریافت نکرد. شاخص‌های DOMS (سطح آنزیم CK، آستانه درد فشاری، آزرده‌گی عضلانی، محیط ران و حداکثر قدرت ایزومتریک عضله کوادرسیپس) در فواصل زمانی قبل و بلافاصله پس از مداخله، روزهای ۱ تا ۱۴ پس از مداخله اندازه‌گیری شدند.

یافته‌ها: در گروه WBV، شدت DOMS (سطح آنزیم CK، آستانه درد فشاری، آزرده‌گی عضلانی و حداکثر قدرت ایزومتریک) در مقایسه با گروه کنترل کاهش معنی‌داری نشان داد ( $P < 0.05$ ). هیچ تفاوت معنی‌داری در اندازه‌گیری محیط ران بین دو گروه مشاهده نشد ( $P > 0.05$ ).

نتیجه‌گیری: یافته‌های این تحقیق نشان‌دهنده اثرات سودمند اعمال WBV قبل از انجام تمرینات اکسنتریک در پیش‌گیری و کاهش علائم DOMS است. لذا به نظر می‌رسد که WBV قبل از انجام تمرینات اکسنتریک بتواند به‌طور موثری از میزان آزرده‌گی عضلانی بکاهد.

واژه‌های کلیدی: ورزش، عضلات، قدرت عضله، کراتین کیناز، ارتعاش

## مقدمه

اولیه انجام این تمرینات و همچنین زمانی که افراد عادت قبلی به انجام آن تمرینات نداشته باشند بارزتر است [۲،۱]. آسیب عضله خود را به صورت احساس درد [۳]، کاهش قدرت

تمرینات مقاومتی شدید به‌ویژه تمرینات اکسنتریک باعث آسیب‌دیدگی عضله می‌شوند. این ویژگی خصوصاً در مراحل

پیدایش DOMS تحقیق زیادی صورت نگرفته است. جدیدترین ایده در زمینه «جلوگیری» از پیدایش DOMS استفاده از آموزش لرزش (Vibration training) می‌باشد [۱۸]. یک رویکرد جدید ورزشی انجام تمرینات همراه با ویبراسیون کل بدن (Whole body vibration, WBV) است. در دهه اخیر، بررسی‌های متعددی اثرات مثبت WBV را جهت افزایش قدرت و یا توان، انعطاف‌پذیری، تعادل، عمل‌کرد و چگالی استخوان تایید کرده‌اند [۱۹] و بسیاری از ورزش‌کاران و مراکز توان‌بخشی و درمانی از ویبراسیون در برنامه‌های تمرینی خود بهره می‌جویند [۲۰، ۲۱]. استفاده از ویبراسیون روی عضله موجب فعال شدن الیاف آوران دوک عضلانی و فعال شدن واحدهای حرکتی بیش‌تر می‌شود [۲۲]. در زمان اعمال WBV، بهبود عمل‌کرد عضله به افزایش فعالیت فاکتورهای عصبی از قبیل: فراخوانی واحدهای حرکتی، هم‌زمانی واحدها، هماهنگی بین عضلانی و داخل عضلانی و پاسخ‌های حس عمقی نسبت داده می‌شود [۲۲].

اعتقاد بر این است که تمام واحدهای حرکتی در هنگام عمل‌کرد حداکثر عضله در فعالیت اکستنریک وارد عمل نمی‌شوند [۲۳، ۲۴]. بنابراین منطقی به نظر می‌رسد که اعمال WBV قبل از دریافت تمرینات اکستنریک، موجب به‌کارگیری تمام واحدهای حرکتی عضلانی در هنگام عمل‌کرد حداکثر عضله در فعالیت اکستنریک گشته و احتمالاً از این طریق از بروز آسیب‌های عضلانی جلوگیری نماید. لذا جهت کارآزمایی فرضیه فوق مطالعه حاضر با هدف بررسی اثرات بالقوه WBV در تقلیل و کاهش علائم DOMS در ورزش‌های اکستنریک طراحی و انجام شد.

## مواد و روش‌ها

این پژوهش از نوع کارآزمایی بالینی غیر تصادفی و با تائید کمیته اخلاق دانشگاه علوم پزشکی تهران انجام شد. تعداد ۳۷ نفر از دانشجویان سالم غیر ورزش‌کار دانشگاه علوم پزشکی تهران به‌صورت داوطلبانه در این تحقیق شرکت کردند. چهار داوطلب فاقد معیارهای لازم جهت ورود به مطالعه بوده

عضله و دامنه حرکتی [۴]، افزایش آنزیم کراتین کیناز سرم خون (Creatine kinase, CK) [۵، ۳]، از هم گسیختگی ساختاری [۶] و التهاب [۷] نشان می‌دهد. این آزردهگی عموماً ۲۴ تا ۴۸ ساعت پس از انجام تمرینات اکستنریک ایجاد می‌شود و تحت عنوان آزردهگی عضلانی با شروع تاخیری (Delayed onset muscle soreness, DOMS) نامیده می‌شود [۵، ۲، ۱]. آسیب عضلانی به‌دلیل از هم گسیختگی فیبرهای عضلانی و پارگی سارکومرها ایجاد می‌شود [۳]. پارگی موجب رهاسازی آنزیم CK به‌داخل خون می‌شود [۵، ۳]. ۲۴ تا ۷۲ ساعت بعد، ادم بافتی به‌دنبال تولید پروستاگلاندین E2 به‌وجود می‌آید [۶]. پروستاگلاندین E2 هم‌چنین موجب افزایش حساسیت فیبرهای آوران گروه IV عضلات و احساس درد می‌شود [۷].

تمرینات اکستنریک به‌طور گسترده‌ای در برنامه‌های تمرین درمانی و تقویت عضلانی استفاده می‌شوند. اما در مقایسه با تمرینات کانسنریک موجب اعمال استرس فوق‌العاده‌ای بر روی فیبرهای عضلانی (به‌طور غالب، فیبرهای عضلانی تند انقباض) می‌شوند [۹، ۸]. به‌طور منطقی انتظار می‌رود در صورتی که بتوان به‌طریقی این استرس بالا را بر روی تعداد بیش‌تری از فیبرهای عضلانی فعال توزیع کرد و از تمرکز استرس بر روی دسته خاصی از فیبرهای عضلانی ممانعت به‌عمل آورد، آسیب کم‌تری به‌وجود آید. از آن جایی که پیدایش این درد و سفتی، ناراحتی‌هایی هم به‌همراه داشته و باعث کاهش عمل‌کرد حرکتی ورزش‌کاران می‌گردد، لذا درمان‌های متعددی جهت کنترل و اکنش‌های التهابی متعاقب ورزش‌های اکستنریک پیشنهاد شده است. تحقیقات انجام شده در زمینه استفاده از روش‌هایی نظیر سرما درمانی [۱۰]، ماساژ [۱۱]، کشش عضلانی [۱۲]، تمرینات گرم‌کننده [۱۲]، داروهای ضدالتهابی نظیر ایبوپروفن [۱۳]، مکمل‌های ویتامین E و C [۱۵، ۱۴]، اولتراسوند [۱۶] و اینترفرونشمال تراپی [۱۷] با نتایج ضد و نقیضی همراه بوده است. اکثر این درمان‌ها پس از پیدایش آزردهگی عضلانی به‌کار برده می‌شوند که با نتایج نه‌چندان رضایت‌بخشی همراه بوده‌اند. در زمینه اجتناب از

پروتکل ویراسیون تراپی (WBV-Therapy, WBVT): تمامی افراد در گروه آزمون قبل از دریافت تمریناتی که موجب پیدایش آزردهگی عضلانی می‌شد، ویراسیون دریافت کردند. دستگاه WBV مورد استفاده در این پژوهش Power Plate, USA بود. از افراد خواسته شد تا بدون کفش ورزشی و صرفاً با پوشش جوراب کتان، در وضعیت نیمه اسکوات در حالی که راستای ران و ساق در زاویه ۱۰۰ درجه قرار داشت، بر روی سکوی دستگاه بایستند [۲۱]. WBV با فرکانس ۳۵ هرتز، آمپلی تیود قله - تا - قله ۵ میلی‌متر و به مدت یک دقیقه به فرد اعمال شد.

#### اندازه‌گیری‌ها:

تکرارپذیری روش‌های ارزیابی: جهت ارزیابی تکرارپذیری تست‌ها، قبل از انجام پروژه تحقیقاتی، تمامی آزمون‌ها به صورت مقدماتی بر روی ۵ داوطلب انجام گرفت. کلیه متغیرهای مورد بررسی، به استثنای CK در دو جلسه جداگانه مورد اندازه‌گیری قرار گرفتند. نتایج نشان‌دهنده تکرارپذیری (Intraclass correlation coefficient, ICC) عالی با فاصله اطمینان ۹۵٪ برای متغیرهای مورد بررسی بود. متغیرهای اندازه‌گیری شده عبارت بودند از:

الف) میزان درد ناشی از آسیب اکستریک بر اساس معیار عددی سنجش درد (صفر تا ده) ثبت شد [۲۷]. اندازه‌گیری درد در سه وضعیت استراحت مفصل زانو، حداکثر فلکشن فعال که به مدت ۱۰ ثانیه حفظ شده و حداکثر اکستنشن فعال که به مدت ۱۰ ثانیه حفظ می‌شد، انجام گرفت [۱۷].

ب) برای برآورد میزان تورم بافتی متعاقب آسیب ناشی از تمرینات اکستریک از اندازه‌گیری محیط اندام استفاده شد [۱۸-۱۰]. محیط ران اندام تحتانی غالب در فواصل ۵، ۱۰ و ۱۵ سانتی‌متری بالای قاعده پاتلا با متر نواری (در حالی که زانو در وضعیت صاف و عضله چهار سر کاملاً شل بود) اندازه‌گیری شد و با مقادیر اندازه‌گیری شده در جلسات ارزیابی مقایسه گردید.

ج) برای اندازه‌گیری آستانه درد فشاری از سرنگ ۲۰cc، بدون سر سوزن (که سر آن صاف شده و فنری در آن تعبیه

و یک نفر نیز به دلیل کامل نکردن دوره ارزیابی، از مطالعه خارج شد. در نتیجه ۲۲ زن و ۱۰ مرد به‌طور تصادفی به طریق قرعه‌کشی در یکی از گروه‌های WBV (n=۱۵) و کنترل (CT, n=۱۷) قرار گرفتند. مشخصات فیزیکی افراد شرکت‌کننده در جدول ۱ آمده است. افرادی با سابقه انجام ورزش‌های حرفه‌ای و تفریحی، دیابت، صرع، بیماری‌های عصبی - عضلانی یا متابولیک، نامنظمی دوره قاعدگی، ضایعات ارتوپدی و پروتزهای اندام تحتانی از مطالعه خارج شدند [۲۱]. از افراد خواسته می‌شد تا در طول دوره تحقیق از انجام هر گونه فعالیت ورزشی، مصرف دارو یا مکمل‌های غذایی اجتناب کنند. از کلیه شرکت‌کنندگان این پژوهش، رضایت‌نامه کتبی اخذ گردید.

پروتکل تمرینات اکستریک جهت ایجاد DOMS. جهت ایجاد DOMS با استفاده از دستگاه ایزوکینتیک با یودکس (Biodex Medical System, Inc, Shirley, NY, USA) عضله اکستانسور زانوی اندام تحتانی غالب افراد تحت انقباضات اکستریک قرار گرفت. قبل از ایجاد DOMS ابتدا فرد به مدت ۵ دقیقه بر روی دوچرخه ثابت (ارگومتر) با سرعت  $30 \pm 5$  کیلومتر در ساعت بدن خود را گرم می‌کرد. سپس فرد بر روی صندلی ایزوکینتیک می‌نشست و ران و تنه وی جهت اجتناب از هر گونه حرکت اضافی با نوارهای مخصوص ثابت می‌شد. دامنه حرکتی در محدوده ۱۰ تا ۹۰ درجه فلکشن زانو بود. تمرینات شامل ۶ ست از انقباضات اکستریک عضله اکستانسور زانو و هر ست شامل ۱۰ انقباض حداکثر بود. انقباضات هر ست بدون استراحت بوده و بین هر ست ۳ دقیقه استراحت در نظر گرفته می‌شد. حرکت شامل اکستنشن پاسیو با سرعت زاویه‌ای  $300^{\circ}/s$  و فلکشن اکستریک با سرعت  $60^{\circ}/s$  بود [۲۵]. طبق پروتکل پیشنهادی توسط Gibala که انجام ۶۰ ست از انقباضات حداکثر اکستریک با سرعت زاویه‌ای  $60^{\circ}/s$  می‌توانست در عضله اکستانسور زانوی غالب افراد آزردهگی عضلانی ایجاد کند و مطالعه پایلوت انجام شده توسط محققین پژوهش حاضر، از پروتکل فوق‌الذکر جهت ایجاد DOMS استفاده شد [۲۶].

داخلی لحاظ شد) [۲۸]. برنامه نرم‌افزاری دستگاه به گونه‌ای تنظیم می‌شد که بازوی دینامومتر، اندام تحتانی فرد را در زوایای ۱۵ درجه، ۳۰، ۴۵ و ۶۰ درجه قرار می‌داد. از فرد خواسته می‌شد که تا با حداکثر قدرت ساق را در جهت اکستنشن در مدت زمان ۶ ثانیه به پد دیستال دینامومتر فشار دهد. هر تست در هر زاویه ۲ بار و با یک دقیقه استراحت انجام می‌شد. جهت اجتناب از خستگی ۳ دقیقه استراحت بین اندازه‌گیری‌های بین زوایای مختلف در نظر گرفته می‌شد. ترتیب و توالی انجام تست‌ها در زوایای مختلف به صورت تصادفی بود.

زمان انجام ارزیابی‌های قبل و پس از مداخله: کلیه ارزیابی‌های شاخص‌های DOMS، به استثنای CK، برای افراد شرکت‌کننده در پژوهش، قبل از مداخله، بلافاصله پس از مداخله، در روزهای اول، دوم، سوم، چهارم، هفتم و چهاردهم پس از مداخله انجام می‌گرفت. اندازه‌گیری CK در جلسات قبل از مداخله، در روزهای اول، دوم، و هفتم پس از مداخله انجام می‌گرفت. اندازه‌گیری قدرت ایزومتریک عضله کوادریپس در جلسات قبل از مداخله، بلافاصله پس از مداخله، در روزهای اول، دوم، هفتم و چهاردهم پس از مداخله انجام می‌شد.

تجزیه و تحلیل آماری: کلیه داده‌های تحقیق به کمک نرم‌افزار SPSS, version 16 مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. پیش از انجام هر گونه آزمون آماری، ابتدا توزیع داده‌ها با کمک تست- One Sample Kolmogorov-Smirnov در دو گروه مورد آزمون، بررسی شد. کلیه متغیرها از توزیع نرمال برخوردار بودند. لذا برای مقایسه میانگین کلیه متغیرهای قبل و بعد از مداخله در طول زمان از آزمون ANOVA (Repeated measure) استفاده شد. جهت مشخص کردن گروه‌هایی که دارای اختلاف معنی‌دار بودند، از آزمون Bonferroni post hoc استفاده شد. هم‌چنین برای مقایسه کلیه متغیرهای بین دو گروه WBVT و CT از آزمون پارامتریک Independent- sample t test استفاده شد. کلیه آزمون‌ها در سطح اطمینان ۹۵٪ انجام شد ( $P \leq 0.05$ ).

شده و از شماره صفر تا ۱۰ مدرج گردیده بود) بر روی مناطق ۵، ۱۰ و ۱۵ سانتی‌متری بالای قاعده پاتلا استفاده شد. پیستون بر روی مناطق فوق‌الذکر بر روی ران افراد، در حالی که با زانوی صاف نشسته بودند و عضله چهار سر آن‌ها در حالت استراحت کامل قرار داشت، قرار داده می‌شد. با فشار پیستون سرنگ به پایین و فشرده شدن فتر داخل سرنگ، اولین احساس ناخوشایند گزارش شده توسط افراد ثبت می‌شد. مقدار این فشار به صورت عددی بر روی سرنگ، نشان‌دهنده آستانه درد فشاری پایه بود که با مقادیر به دست آمده در جلسات ارزیابی پس از آزمون مقایسه می‌شد [۱۸]. این وسیله به صورت دست‌ساز در آزمایشگاه بیومکانیک دانشکده توان‌بخشی ساخته شد. ضریب تکرارپذیری این روش در ارزیابی بین چند آزمونگر ۸۹٪ و در تکرار یک آزمونگر ۹۵٪ به دست آمد.

د) جهت اندازه‌گیری مقدار آنزیم CK خون تقریباً ۳cc خون از ورید براکیال در هر نوبت آزمایش گرفته شد. در آزمایشگاه سرم از خون جدا می‌شد و قبل از آنالیز در دمای  $20^{\circ}\text{C}$  - نگهداری می‌شد. پس با استفاده از کیت‌های تست Technicon، مقدار CK آن اندازه‌گیری شد. قبل از آزمون، مقدار CK خون طبیعی تمامی افراد به دست آمد و سپس با مقادیر اندازه‌گیری شده در جلسات بعدی ارزیابی مقایسه شد.

ه) قدرت ایزومتریک عضلات اکستانسور زانوی غالب در زوایای ۱۵ درجه، ۳۰، ۴۵ و ۶۰ درجه توسط دستگاه ایزوکینتیک با یودکس اندازه‌گیری شد. قبل از انجام ارزیابی ایزوکینتیک از فرد خواسته می‌شد به مدت پنج دقیقه روی دو چرخه ثابت (ارگومتر) با سرعت  $30 \pm 5$  کیلومتر در ساعت رکاب بزنند و بدن خود را گرم نمایند. برای تست فرد روی صندلی ایزوکینتیک نشسته، ران و تنه وی با نوارهای مخصوص ثابت می‌گردید. پستی صندلی به گونه‌ای تنظیم می‌شد که زاویه شیب صندلی ۸۰ درجه باشد. محور چرخش دینامومتر با توجه به موقعیت زانو تنظیم می‌شد. پد دیستال دینامومتر در حد فاصل دو ثلث فوقانی و ثلث تحتانی ساق قرار می‌گرفت (طول ساق از کندیل داخلی تیبیا تا قوزک

مقادیر شاخص‌های تکرارپذیری نسبی متغیرهای مورد بررسی در جدول ۲ ارائه شده که نشان‌دهنده تکرارپذیری عالی روش‌های اندازه‌گیری متغیرهای مورد بررسی است. جدول ۱. مشخصات فیزیکی افراد شرکت کننده در مطالعه در هر یک از گروه‌های WBVT (n=۱۵) و کنترل (n=۱۷)

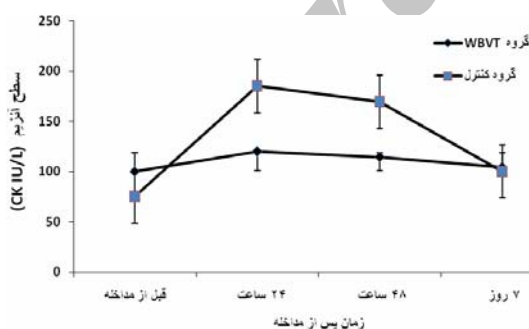
متغیر	میانگین ± انحراف معیار	
	گروه کنترل	گروه WBVT
سن (سال)	۲۱/۸۸ ± ۱/۹۳	۲۱/۴۶ ± ۲/۶۶
وزن (کیلوگرم)	۶۲/۲۹ ± ۱۴/۱۱	۶۵/۱۳ ± ۱۰/۱۲
قد (متر)	۱/۶۴ ± ۱۰/۸۵	۱/۶۲ ± ۶/۳۱
شاخص توده بدن (کیلوگرم بر مترمربع)	۲۳/۲۰ ± ۴/۵۲	۲۴/۷۹ ± ۴/۵۴
نسبت مرد به زن	۵/۱۲	۶/۹

Whole Body Vibration Training (WBVT)

جدول ۲. شاخص‌های تکرارپذیری نسبی متغیرهای مورد بررسی

متغیر	ICC
قدرت ایزومتریک عضله کوادریسپس	۰/۹۰
محیط ران	۰/۸۵
آستانه درد فشاری	۰/۹۵
آزردگی عضله	۰/۸۹

شکل ۱. مقایسه تغییرات سطح آنزیم کراتین کیناز (CK)، قبل از انجام تمرینات و روزهای ۱ تا ۷ پس از انجام تمرینات در گروه‌های WBVT (n=۱۵) و کنترل (n=۱۷)، اختصار: Whole Body Vibration Training (WBVT)



شکل ۱. مقایسه تغییرات سطح آنزیم کراتین کیناز (CK)، قبل از انجام تمرینات و روزهای ۱ تا ۷ پس از انجام تمرینات در گروه‌های WBVT (n=۱۵) و کنترل (n=۱۷)، اختصار: Whole Body Vibration Training (WBVT)

جدول ۲. شاخص‌های تکرارپذیری نسبی متغیرهای مورد بررسی

جدول ۱. مشخصات فیزیکی افراد شرکت کننده در مطالعه در هر یک از گروه‌های WBVT (n=۱۵) و کنترل (n=۱۷)

متغیر	میانگین ± انحراف معیار	
	گروه کنترل	گروه WBVT
سن (سال)	۲۱/۸۸ ± ۱/۹۳	۲۱/۴۶ ± ۲/۶۶
وزن (کیلوگرم)	۶۲/۲۹ ± ۱۴/۱۱	۶۵/۱۳ ± ۱۰/۱۲
قد (متر)	۱/۶۴ ± ۱۰/۸۵	۱/۶۲ ± ۶/۳۱
شاخص توده بدن (کیلوگرم بر مترمربع)	۲۳/۲۰ ± ۴/۵۲	۲۴/۷۹ ± ۴/۵۴
نسبت مرد به زن	۵/۱۲	۶/۹

Whole Body Vibration Training (WBVT)

جدول ۲. شاخص‌های تکرارپذیری نسبی متغیرهای مورد بررسی

متغیر	ICC
قدرت ایزومتریک عضله کوادریسپس	۰/۹۰
محیط ران	۰/۸۵
آستانه درد فشاری	۰/۹۵
آزردگی عضله	۰/۸۹

## نتایج

الف) قبل از مداخله هیچ یک از گروه‌های مورد بررسی، دردی را گزارش نکردند. میانگین درد در هر دو گروه WBVT و CT نسبت به قبل از آزمون افزایش یافت (جدول ۳). در ۲۴ ساعت پس از مداخله، افزایش میزان درد به ترتیب در گروه WBVT و CT به میزان ۳۶/۰۲٪ و ۸۲/۲۵٪ مقدار پایه بود. در ۲۴ و ۴۸ ساعت پس از مداخله، گروه CT در مقایسه با گروه WBVT، به ترتیب ۳۶/۴۴٪ و ۴۶/۰۳٪ درد بیشتری را گزارش کرد (P<۰/۰۰۰۱).

ب) میانگین آستانه درد فشاری در هر دو گروه WBVT و CT نسبت به قبل از آزمون کاهش یافت (P=۰/۰۰۰)

جدول ۳. مقایسه درصد تغییرات (میانگین و انحراف معیار) محیط ران، آستانه درد فشاری و آزدگی عضلانی در روزهای ۱ تا ۱۴ پس از انجام تمرینات در گروه‌های WBVT (n=۱۵) و کنترل (n=۱۷)

روزهای پس از انجام تمرینات						متغیر، گروه‌ها و مقدار P
۱۴	۷	۴	۳	۲	۱	
محیط ران، سانتیمتر						
٪/۰/۰۰ ± ۰/۰/۰۰	٪/۰/۰۰ ± ۰/۰/۰۰	٪/۰/۰۰ ± ۰/۰/۰۰	٪/۰/۰۰ ± ۰/۰/۰۰	٪/۰/۰۰ ± ۰/۰/۰۰	٪ ۰/۷۸ ± ۰/۲۲	WBVT
۰/۰۰ ± ۰/۰/۰۰	٪ ۰/۰/۰۱ ± ۰/۰/۰۵	٪ ۰/۰/۰۱ ± ۰/۰/۰۵	٪ ۰/۰/۰۱ ± ۰/۰/۰۵	٪ ۰/۰/۰۱ ± ۰/۰/۰۵	٪ ۱/۹۹ ± ۰/۵۵	کنترل
-	۰/۵۹۹	۰/۵۹۹	۰/۵۹۹	۰/۵۹۹	۰/۸۲۹	مقدار P
آستانه درد فشاری، (دامنه ۰-۱۰)						
٪/۰/۰۰ ± ۰/۰/۰۰	٪/۰/۰۰ ± ۰/۰/۰۰	٪/۰/۰۰ ± ۰/۰/۰۰	-۵/۵۵ ± ۹/۲۴	-۲۵/۵۸ ± ۹/۶۷	-۳۸/۱۱ ± ۴/۸۸	WBVT
٪/۰/۰۰ ± ۰/۰/۰۰	-۱۱/۴۳ ± ۳/۹۷	-۳۴/۱۷ ± ۸/۱۳	-۵۹/۹۴ ± ۵/۷۰	-۷۱/۶۲ ± ۳/۸۹	٪-۷۴/۵۶ ± ۳/۴۰	کنترل
-	<۰/۰۰۰۱	<۰/۰۰۰۱	<۰/۰۰۰۱	<۰/۰۰۰۱	<۰/۰۰۰۱	مقدار P
آزدگی، دامنه ۰-۱۰						
٪/۰/۰۰ ± ۰/۰/۰۰	٪/۰/۰۰ ± ۰/۰/۰۰	٪/۰/۰۰ ± ۰/۰/۰۰	٪/۰/۰۰ ± ۰/۰/۰۰	٪۴۶/۷۰ ± ۷/۵۶	٪۳۳/۳۳ ± ۸/۰۹	WBVT
٪/۰/۰۰ ± ۰/۰/۰۰	٪۱۰/۶۴ ± ۱/۵۹	٪۲۴/۹۲ ± ۱/۵۰	٪۵۳/۲۹ ± ۱/۹۵	٪۸۰/۱۱ ± ۵/۰۷	٪۷۰/۵۸ ± ۶/۵۸	کنترل
-	<۰/۰۰۰۱	<۰/۰۰۰۱	<۰/۰۰۰۱	<۰/۰۰۰۱	<۰/۰۰۰۱	مقدار P

جدول ۴. مقایسه درصد تغییرات (میانگین و انحراف معیار) حداکثر گشتاور ارادی ایزومتریک عضله کوادریسپس در زوایای ۱۵، ۳۰، ۴۵ و ۶۰ درجه فلکسیون زانوئی بلافاصله پس از انجام تمرینات و روزهای ۱ تا ۱۴ پس از انجام تمرینات در گروه‌های WBVT (n=۱۵) و کنترل (n=۱۷)

روزهای پس از انجام تمرینات					P مقدار و گروه‌ها و مقدار P بلافاصله پس از انجام تمرینات
۱۴	۷	۲	۱	۱۵۰	
۱۵۰					
٪/۰/۰۰ ± ۰/۰/۰۰	٪-۱۰/۵۷ ± ۳۶/۳۰	٪-۲۴/۰۱ ± ۷/۰۷	٪-۲۰/۱۵ ± ۸/۷	٪-۱۳/۰۷ ± ۸/۹	WBVT
٪-۲۶/۴۳ ± ۱۰/۴۰	٪-۴۷/۹۲ ± ۱۱/۷۹	٪-۶۴/۰۶ ± ۱۲/۷۹	٪-۵۹/۳۹ ± ۹/۹	٪-۴۷/۹۲ ± ۱۱/۷۹	کنترل
۰/۱۳۲	۰/۰۲۴	<۰/۰۰۰۱	<۰/۰۰۰۱	۰/۲۹	مقدار P
۳۰۰					
٪-۳/۴۴ ± ۶/۷۹	٪-۷/۳۱ ± ۶۶/۹۶	٪-۱۳/۳۵ ± ۱۴/۸۲	٪-۱۳/۱۴ ± ۱۳/۸۵	٪-۶/۱۹ ± ۱۲/۴۵	WBVT
٪-۲۶/۸۴ ± ۱۵/۴۷	٪-۳۷/۳۳ ± ۱۷/۴۹	٪-۵۲/۱۹ ± ۱۴/۶۸	٪-۴۸/۷۵ ± ۱۵/۵۸	٪-۳۷/۳۳ ± ۱۷/۴۹	کنترل
۰/۰۱۶	۰/۰۱۰	<۰/۰۰۰۱	<۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۶	مقدار P
۴۵۰					
٪-۴/۳۵ ± ۸/۶۳	٪-۲/۸۴ ± ۴۳/۶۶	٪-۹/۴۶ ± ۱۶/۵۳	٪-۸/۵۵ ± ۱۶/۶۸	٪-۲/۸۵ ± ۱۴/۵۸	WBVT
٪-۴۲/۵۲ ± ۱۹/۵۴	٪-۴۲/۵۳ ± ۱۹/۵۴	٪-۵۲/۸۸ ± ۱۳/۴۹	٪-۴۹/۰۲ ± ۱۶/۰۴	٪-۴۲/۵۳ ± ۱۹/۵۴	کنترل
<۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۱	<۰/۰۰۰۱	<۰/۰۰۰۱	<۰/۰۰۰۱	مقدار P
۶۰۰					
٪-۱/۳۴ ± ۳/۸۹	٪-۴/۲۹ ± ۴۶/۲۶	٪-۷/۰۱ ± ۱۲/۹۷	٪-۷/۰۱ ± ۱۲/۹۷	٪-۶/۹۰ ± ۱۱/۴۱	WBVT
٪-۱۰/۸۵ ± ۱۹/۲۳	٪-۴۳/۰۴ ± ۱۹/۶۴	٪-۵۲/۶۳ ± ۱۹/۲۲	٪-۴۹/۸۴ ± ۲۰/۰۹	٪-۴۳/۰۴ ± ۱۹/۶۴	کنترل
۰/۶۴۰	۰/۰۰۸	<۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۳	مقدار P

اختصار: Whole Body Vibration Training (WBVT)

است که دریافتند اعمال یک دقیقه ویراسیون با فرکانس ۵۰ هرتز به صورت موضعی بر روی عضلات اندام تحتانی، قبل از دویدن در سطح شیب دار منفی می تواند موجب کاهش علائم DOMS در مقایسه با افرادی شود که ویراسیون دریافت نمی کردند [۱۸]. مکانیسم های متعددی برای توجیه چگونگی پاسخ بدن به تحریکات ارتعاشی پیشنهاد می شوند. طبق یکی از این نظریه ها، تغییرات آنی و فوری که در خروجی حرکتی به دنبال دریافت WBV مشاهده می شود، به احتمال زیاد ناشی از فاکتورهای عصبی از قبیل بالا رفتن حساسیت دوک های عضلانی و فعال شدن سیستم گاما می باشد که به نوبه خود باعث افزایش فراخوانی واحدهای حرکتی و تسهیل سیستم عصبی - عضلانی می شود [۲۹، ۳۰].

به علاوه، افزایش تشن داخل عضله را می توان بر اساس فرضیه tuning عضله که برای اولین بار توسط Nigg مطرح شد، توجیه کرد [۳۱]. طبق این فرضیه، ارتعاشات موجب پیدایش تغییرات کوتاه و سریعی در طول واحد تاندون - عضله می شوند. گیرنده های حسی عضله - دوک های عضلانی - برای کاهش امواج ارتعاشی، انقباضات رفلکسی را در عضله آغاز می کنند [۳۱]. هم چنین پیشنهاد شده است که WBV موجب افزایش سریع دمای داخل عضله می شود. از آن جایی که افزایش دمای داخل عضله موجب کاهش سفتی عضله می گردد، لذا ممکن است جهت میرایی امواج ارتعاشی که از عضله رد می شوند، به فعالیت نوروماسکولار بیش تری نیاز باشد [۳۲].

تئوری دیگر پیشنهاد می کند که WBV ممکن است تغییراتی را در میزان شتاب جاذبه ایجاد کند [۲۹]. افزایش بار ناشی از جاذبه موجب بهبود قابلیت های انقباضی عضله می شود [۲۹]. از این گذشته، محققین متعددی پیشنهاد کرده اند که کم تر بودن سطح EMG در انقباضات اکستریک در مقایسه با سایر انقباضات به دلیل فعالیت ناکامل نرون های حرکتی که عضله مورد بررسی را عصب دهی می کنند، می باشد [۲۳، ۲۴]. بر اساس نتایج حاصل از این تحقیق، ممکن است بتوان حدس زد که WBV بتواند فراخوانی واحدهای حرکتی را تغییر داده و

(د) میانگین تغییرات محیط ران در جلسات متوالی پس از آزمون تفاوت معنی داری را بین دو گروه WBVT و CT نشان نداد (P=۰/۵۹). (جدول ۳)

(ه) میزان کاهش حداکثر گشتاور ایزومتریک عضله کوادریسپس پس از انجام تمرینات اکستریک، در میان ۴ زاویه مورد بررسی مشابه بود. گروه WBVT بلافاصله پس از یک جلسه تمرینات اکستریک در تمام زوایای مورد بررسی، در ۲۴ ساعت و ۴۸ ساعت بعد، کاهش معنی داری نسبت به زمان پایه داشت (در زاویه ۱۵°: P=۰/۰۲۰ و F<sub>1,30</sub>=۶/۰۶)، (در زاویه ۳۰°: P=۰/۰۰۳ و F<sub>1,30</sub>=۱۰/۴۷)، (در زاویه ۴۵°: P=۰/۰۰۰ و F<sub>1,30</sub>=۱۶/۸۲)، (در زاویه ۶۰°: P=۰/۰۲۰ و F<sub>1,30</sub>=۶/۰۱). در کلیه زوایا و در تمامی جلسات ارزیابی، میزان کاهش قدرت در گروه WBVT در مقایسه با گروه CT به طور معنی داری کم تر بود (جدول ۴). در پایان روز ۱۴ قدرت در گروه WBVT کاملاً به میزان پایه قبل از مداخله خود برگشت. در حالی که گروه کنترل در تمامی جلسات کاهش معنی داری در میزان این متغیر نسبت به زمان قبل از مداخله نشان داد.

## بحث و نتیجه گیری

مطالعه حاضر، نخستین تحقیقی است که در زمینه کاربرد WBVT در جهت کنترل و پیش گیری آزردهای عضلانی با شروع تاخیری انجام گرفته است. یافته های حاصل از مطالعه حاضر نشان داد که اعمال WBV قبل از انجام تمرینات اکستریک توانست موجب تخفیف و کاهش علائم DOMS (پایین تر بودن معنی دار سطح آیزومتری CK، آستانه درد فشاری، آزردهای عضلانی و قدرت ایزومتریک در زوایای ۱۵، ۳۰، ۴۵ و ۶۰ درجه فلکشن زانو) در مقایسه با گروه کنترل شود. مقدار کاهش گشتاور ایزومتریک عضله کوادریسپس متعاقب ایجاد DOMS، در گروه WBVT به طور معنی داری کم تر از گروه کنترل بود. این نتایج ممکن است ناشی از اثرات بالقوه WBV در جهت بهبود عمل کرد عصبی - عضلانی باشد. نتایج این تحقیق در جهت تأیید یافته های بختیاری و همکاران

مقدار افزایش سطح آنزیم CK نیز در ۲۴ ساعت و ۴۸ ساعت پس از انجام تمرینات در گروه WBVT به طور معنی داری کم تر از گروه کنترل بود. اکثر محققین معتقدند سطح آنزیم CK نشانه آسیب عضله است. آزاد شدن این پروتئین سیتوپلاسمیک می تواند یا به دلیل نشت آن از غشای سلولی به دنبال آسیب فیبرهای عضله باشد و یا ناشی از مرگ نهایی فیبرهای عضله [۳۸،۳۷]. به نظر می رسد ایجاد تغییر در فعالیت واحدهای حرکتی ممکن است تمرکز استرس بالای ناشی از انقباضات اکسنتریک را بر روی یک دسته خاص از فیبرها کاهش داده، و منجر به پارگی کم تری شود. لذا می توان انتظار داشت که پایین تر بودن سطح آسیب در گروه WBVT با آزادسازی میزان کم تری از CK به داخل خون همراه باشد.

میانگین تغییرات محیط ران در جلسات متوالی پس از آزمون تفاوت معنی داری را بین دو گروه WBVT و کنترل نشان نداد. یافته های تحقیق حاضر در تائید یافته های Buroker و Schwane [۳۹] و Gulick و همکاران [۱۵] است که هیچ گونه افزایشی را در محیط اندام متعاقب انجام تمرینات اکسنتریک گزارش نکردند. در واقع آسیب بافتی می تواند به دنبال ایجاد تغییرات هیستوشیمیایی در بافتها بدون افزایش قابل اندازه گیری محیط اندام و تورم به وجود بیاید.

DOMS همواره یکی از دغدغه های اصلی متخصصان علوم ورزش، مربیان ورزشی و ورزشکاران حرفه ای بوده است. استراتژی های درمانی که توانایی به حداقل رساندن DOMS را داشته باشند، همواره مورد توجه این دسته از افراد بوده است. یافته های این پژوهش نشان داد دریافت یک جلسه WBVT پیش از انجام تمرینات اکسنتریک می تواند موجب کاهش شاخص های آزردهای عضلانی (درد، آستانه درد فشاری، آنزیم CK) و بهبود عملکرد عضلانی (افت کم تر نیروی ایزومتریک) در مقایسه با گروه کنترل شود. به نظر می رسد اعمال WBVT قبل از انجام تمرینات اکسنتریک کاندید مناسبی جهت کاهش DOMS و بهبود عملکرد افراد باشد. با توجه به این که این یافته ها از افراد غیر ورزشکار به دست آمده است در خصوص تعمیم یافته های این تحقیق به

از طریق: افزایش فعالیت واحدهای حرکتی فعال، فراخوانی رفلکسی واحدهای حرکتی که غیرفعال بودند، همزمانی میان واحدهای حرکتی فعال و یا فعال سازی فیبرهای کند انقباض به آسیب عضلانی کم تری منتهی شود. با استناد بر این یافته ها می توان فرض کرد که افت کم تر نیرو در گروه WBVT در مقایسه با گروه کنترل ناشی از اثرات مثبت WBVT باشد. در واقع در این گروه احتمالاً WBVT توانست با فراخوانی موثرتری از تعداد بیش تری از واحدهای حرکتی و یا فعال سازی فعالیت فیبرهای کند انقباض، در پیش گیری از پیدایش آسیب بیش تر و افت نیرو نقش داشته باشد.

قبل از مداخله هیچ یک از گروه های مورد بررسی، دردی را گزارش نکردند. در هر دو گروه WBVT و CT میانگین درد نسبت به قبل از آزمون، افزایش و میانگین آستانه درد فشاری کاهش یافت. اما در گروه WBVT این تغییر تنها در جلسات ۲۴ و ۴۸ ساعت پس از آزمون معنی دار بود. در حالی که در گروه کنترل تا پایان روز هفتم تغییرات معنی داری در این دو متغیر نسبت به قبل از مداخله مشاهده گردید. مطالعات پیشین درد ناشی از DOMS را به ادم و تورم ناشی از آزردهای عضلانی نسبت می دادند [۳۴،۳۳]. Smith و Armstrong هر دو گزارش کردند که مونسیتها که به ماکروفاز تبدیل می شوند در محل آسیب عضله تجمع می یابند و در ظرف ۲۴-۴۸ ساعت موادی را ترشح می کنند که باعث تحریک آوران های عصبی نوع III و IV می شوند [۳۶،۳۵]. Moritani گزارش کرده است که آسیب عضلانی به علت وارد آمدن یک استرس زیاد بر روی بخش کوچکی از فیبرهای فعال عضله در طی انقباضات اکسنتریک می باشد [۸]. لذا در صورتی که کل جمعیت واحدهای حرکتی بتوانند در طی انقباضات اکسنتریک به طور هم زمان فراخوانی شوند، احتمالاً پیدایش آسیب، کم تر خواهد بود، لذا درد کم تری نیز تجربه خواهد گردید. بنابراین می توان انتظار داشت که پایین تر بودن سطح آسیب در گروه WBVT به تولید میزان کم تری از مواد محرکه درد منتهی شود.



[15] Gulick DT, Kimura IF, Sitler M, Paolone A, Kelly JD. Various treatment techniques on signs and symptoms of delayed onset muscle soreness. *J Athl Train* 1996; 31: 145-152.

[16] Gauri Shankar, Sinha AG, Sandhu JS. Pulsed ultrasound does not affect recovery from delayed onset muscle soreness. *Online J Health Allied Scs* 2006; 1: 30.

[17] Curtis D, Fallows S, Morris M, McMakin C. The efficacy of frequency specific microcurrent therapy on delayed onset muscle soreness. *J Body Mov Ther* 2010; 14: 272-279.

[18] Bakhtiary AH, Safavi-Farokhi Z, Aminian-Far A. Influence of vibration on delayed onset muscle soreness following eccentric exercise. *Br J Sports Med* 2007; 41: 145-148.

[19] Cardinale M, Wakeling J. Whole body vibration exercise: are vibrations good for you? *Br J Sports Med* 2005; 39: 585-589.

[20] Rittweger J. Vibration as an exercise modality: how it may work, and what its potential might be. *Eur J Appl Physiol* 2010; 108: 877-904.

[21] Cardinale M, Lim J. Electromyography activity of vastus lateralis muscle during whole-body vibration of different frequencies. *J Strength Cond Res* 2003; 17: 621-624.

[22] Bosco C, Colli R, Introini E, Cardinale M, Tsarpela O, Madella A, et al. Adaptive responses of human muscle to vibration exposure. *Clin Physiol* 1999; 19: 183-187.

[23] Enoka RM. Eccentric contractions require unique activation strategies by the nervous system. *J Appl Physiol* 1996; 81: 2339-2346.

[24] Enoka RM, Fuglevand AJ. Motor unit physiology: some unresolved issues. *Muscle Nerve* 2001; 24: 4-17.

[25] Baltzopoulos V, Brodie DA. Isokinetic dynamometry: applications and limitations. *Sports Med* 1989; 8: 101-116.

[26] Gibala MJ, MacDougall JD, Tarnopolsky MA, Stauber WT, Elorriaga A. Changes in human skeletal muscle ultrastructure and force production after acute resistance exercise. *J Appl Physiol* 1995; 78: 702-708.

[27] Magee DJ, Knee. In: Magee DJ. Orthopaedic physical assessment. 4th ed. Philadelphia: Saunders Company. 2002; pp: 661-671.

[28] Dvir Z. Isokinetic of the knee muscles. In: Dvir Z. Isokinetics: muscle testing, interpretation and clinical application. 2nd ed. Edinburgh, Churchill Livingstone 2004; pp: 137-165.

[29] Cardinale M, Bosco C. The use of vibration as an exercise intervention. *Exerc Sport Sci Rev* 2003; 31: 3-7.

[30] Rehn B, Lidstrom J, Skoglund J, Lindstrom B. Effects on leg muscular performance from whole-body vibration exercise: a systematic review. *Scand J Med Sci Sports* 2007; 17: 2-11.

[31] Nigg BM, Wakeling JM. Impact forces and muscle tuning: a new paradigm. *Exerc Sport Sci Rev* 2001; 29: 37-41.

[32] 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: 441-448.

[33] Friden J, Sfakianos PN, Hargens AR. Muscle soreness and intramuscular fluid pressure: comparison between eccentric and concentric load. *J Appl Physiol* 1986; 61: 2175-2179.

[34] Fridén J, Sjøstrøm M, Ekblom B. A morphological study of delayed muscle soreness. *Experientia* 1981; 37: 506-507.

[35] Smith LL. Acute inflammation: the underlying mechanism in delayed onset muscle soreness. *Med Sci Sports Exerc* 1991; 23: 542-551.

[36] Armstrong RB. Mechanism of exercise-induced delayed onset muscular soreness: a brief review. *Med Sci Sports Exerc* 1984; 16: 529-538.

[37] Soritcher S, Mair J, Koller A, Calzolari C, Huonker M, Pau B, Puschendorf B. Release of muscle proteins after downhill running in the male and female subjects. *Scand J Med Sci Sports* 2001; 11: 28-32.

[38] McNeil PL, Khakee R. Disruptions of muscle fiber plasma membranes. Role in exercise-induced damage. *Am J Pathol* 1992; 140: 1097-1109.

[39] Buroker KC, Schwane JA. Does post-exercise static stretching alleviate delayed muscle soreness? *Phys Sportsmed* 1989; 6: 65-83.

افراد ورزشکار باید با احتیاط عمل کرد. هم چنین ثبت داده‌های الکترومیوگرافی از عضلات مورد بررسی می‌توانست محققین را به نتایج دقیق تری رهنمون شود که از کمبودهای این تحقیق می‌باشد.

## تشکر و قدردانی

این مطالعه با حمایت مالی دانشگاه علوم پزشکی تهران انجام شده است. نویسندگان از کلیه افرادی که به عنوان نمونه وارد این مطالعه شده و موجبات این تحقیق را فراهم آوردند، کمال تشکر و قدردانی را دارند.

## منابع

[1] Lieber RL. Skeletal muscle structure, function and plasticity: the physiologic basis of rehabilitation. 2nd ed. Lippincott Williams & Wilkins. 2002; pp: 304-320.

[2] McArdle WD, Katch FI, Katch VL. Exercise physiology, energy, nutrition and human performance. 5th ed. Lippincott Williams & Wilkins. 2001; pp: 540-543.

[3] Armstrong RB, Warren GL, Warren JL. Mechanisms of exercise induced muscle fiber injury. *Sports Med* 1991; 12: 184-207.

[4] Allen DG. Eccentric muscle damage: mechanisms of early reduction of force. *Acta Physiol Scand* 2001; 171: 311-319.

[5] Proske U, Allen TJ. Damage to skeletal muscle from eccentric exercise. *Exerc Sport Sci Rev* 2005; 33: 98-104.

[6] Stauber WT, Clarkson PM, Fritz VK, Evans WJ. Extracellular matrix disruption after eccentric muscle action. *J Appl Physiol* 1990; 69: 868-874.

[7] Pyne DB. Exercise-induced muscle damage and inflammation: a review. *Aust J Sci Med Sport* 1998; 176: 189-196.

[8] Moritani T, Murasmatu S, Muro M. Activity of motor units during concentric and eccentric contractions. *Am J Phys Med* 1987; 66: 338-350.

[9] Lieber RL, Woodburn TM, Fridén J. Muscle damage induced by eccentric contractions of 25% strain. *J Appl Physiol* 1991; 70: 2498-2507.

[10] Howaston G, Gaze D, van Someren KA. The efficacy of ice massage in the treatment of exercise-induced muscle damage. *Scand J Med Sci Sports* 2005; 15: 416-422.

[11] Frey Law LA, Evans S, Knudtson J, Nus S, Scholl K, Sluka KA. Massage reduces pain perception and hyperalgesia in experimental muscle pain: a randomized, controlled trial. *J Pain* 2008; 9: 714-721.

[12] Hart LE. Effects of stretching on muscle soreness and risk of injury: a meta-analysis. *Clin J Sports Med* 2003; 13: 321-322.

[13] Hyldahl RD, Keadle J, Rourier PA, Pearl D, Clarkson PM. Effects of ibuprofen topical gel on muscle soreness. *Med Sci Sports Exerc* 2010; 42: 614-621.

[14] Arent SM, Senso M, Golem DV, McKeever KH. The effects of theaflavin-enriched black tea extract on muscle soreness, oxidative stress, inflammation, and endocrine responses to acute anaerobic interval training: a randomized, double-blind, crossover study. *J Int Soc Sports Nutr* 2010; 7: 11.