Published Online: 2017. October.29 **Review Article**

Effect of Whole Body Vibration on Parameters of Muscle Damage Following the Delayed-Onset Muscle Soreness: A Systematic Review

Farnaz Mohseni[1], Amin Ghaffari[2*]

1. PhD Student of Biomechanic, Faculty of Physical Education, Islamic Azad University Central Tehran Branch, Tehran, Iran
2. MSc Student of Occupational Therapy, School of Rehabilitation Sciences, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

Received: 2017.July.21 **Revised: 2017. October.04** **Accepted: 2017. October.18**

Abstract

Background and Aims: Many kinds of daily living activities and sports require a combination of eccentric and concentric contractions. Mechanical stress caused by the contraction, especially eccentric contraction, can increase congestion and muscle fiber damage. Thus, reducing muscle soreness may decrease the risk of damage to the tissues and help the individual start activities soon. A variety of methods may be used in order to prevent the damage. One of these methods is using the Whole Body Vibration (WBV). The purpose of the present study was evaluateing the effect of WBV on muscle damage indicators.

Materials and methods: Articles published between 2000-2016 in GoogleScholar, PubMed, Elsevier, IRANDOC, SID, and Research gate databases were searched using "Whole Body Vibration", "Muscle Injury", and "Delay Onset Muscle Soreness" keywords. A total of 19 articles relevant to the topic were selected and studied according to inclusion criteria. The study was conducted using the evidence-based Duffy method.

Results: According to the literature review, delayed muscle soreness causes pain and decreased muscle strength and range of motion. There are many interventions that reduce delayed muscle soreness. Also, the review of the literature showed that time, frequency, athletic or non-athlete, type of activity performed (type of contractions and their duration), frequency of exercise, rest time between therapy, and WBV individually or concurrently with other treatments are the effective factors demonstrating the effectiveness of WBV on muscle injury indices in healthy persons.

Conclusion: The results of the study demonstrated that WBV increases the blood flow and range of motion, improves strength, reduces pain, and can be an effective method to decrease delayed muscle soreness considering the effective factors. This is while, more research in this area can lead to better understanding of the effects of WBV on parameters of muscle damage following the delayed-onset muscle soreness.

Keywords: Whole Body Vibration; Muscle Damage; Delayed-Onset Muscle Soreness

Cite this article as: Farnaz Mohseni, Amin Ghaffari. Effect of Whole Body Vibration on Parameters of Muscle Damage Following the Delayed-Onset Muscle Soreness: A Systematic Review. J Rehab Med. 2018; 7(2): 254-267.

* **Corresponding Author**: Amin Ghaffari. MSc Student of Occupational therapy, School of Rehabilitation Sciences, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran
Email: ghaffari.a@kar.iums.ac.ir

DOI: 10.22037/jrm.2018.110936.1640

تاثیر اعمال ویبریشن کل بدن بر شاخص‌های آسیب عضلانی متعاقب آزردگی عضلانی با شروع تاخیری: مقاله مروری

فرناز محسنی[1]، امین غفاری[2*]

۱. دانشجوی دکتری بیومکانیک، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکز، دانشکده تربیت بدنی، تهران، ایران
۲. دانشجوی کارشناسی ارشد کاردرمانی، گروه کاردرمانی، دانشکده علوم توانبخشی دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران

* دریافت مقاله ۱۳۹۶/۰۳/۳۱ بازنگری مقاله ۱۳۹۶/۰۷/۱۲ پذیرش مقاله ۱۳۹۶/۰۷/۲۶ *

چکیده

مقدمه و اهداف

برای انجام بسیاری از فعالیت‌های روزمره زندگی و ورزشی ترکیبی از انقباضات ایزومتریک و کانسنتریک نیاز است. استرس مکانیکی ناشی از انقباضات به خصوص انقباضات اکسنتریک احتمال گرفتگی و آسیب‌دیدگی به فیبرهای عضلانی را افزایش می‌دهد. بنابراین کاهش کوفتگی عضلانی می‌تواند باعث کاهش احتمال آسیب به بافت و بازگشت سریع فرد به فعالیت شود. برای پیشگیری از احتمال آسیب از روش‌های مختلفی استفاده می‌شود. یکی از این روش‌ها استفاده از ویبریشن کل بدن (Whole Body Vibration) است. هدف مطالعه حاضر بررسی تاثیر ویبریشن کل بدن بر شاخص‌های آسیب عضلانی است.

مواد و روش‌ها

مطالعه حاضر از نوع مروری ساده و به روش مرور سیستماتیک مبتنی بر شواهد Duffy بود که در آن با جستجوی مقالاتی که از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۶ با کلیدواژه‌های ویبریشن کل بدن، آسیب عضلانی **(**Muscle Injury**)** و آزردگی تاخیری عضلانی (Delay Onset Muscle Soreness) در بانک‌های اطلاعاتی Google scholar, PubMed, Elsevier, IRANDOC, SID و Research gate منتشر شده بود، بر اساس معیارهای پژوهش حاضر، تعداد ۱۹ مقاله به عنوان مقالات نهایی برای مطالعه حاضر انتخاب شد.

یافته‌ها

مرور مطالعات انجام‌شده نشان داد که کوفتگی تاخیری عضلانی باعث ایجاد درد، کاهش قدرت عضلانی و کاهش دامنه حرکتی می‌شود و مداخلات بسیاری وجود دارد که باعث کاهش کوفتگی تاخیری می‌شود. مطالعات نشان دادند که زمان، فرکانس، ورزشکار بودن و یا نبودن، نوع فعالیت انجام‌شده (نوع انقباضات و مدت زمان آنها)، تعداد دفعات اعمال، زمان استراحت بین هر بار اعمال و درمان به صورت مجزا و یا همزمان با درمان‌های دیگر از فاکتورهای موثر بر اثربخشی ویبریشن کل بدن بر آسیب‌های عضلانی افراد سالم می‌باشد.

نتیجه‌گیری

با توجه به تحقیقات انجام‌شده در این زمینه می‌توان نتیجه گرفت ویبریشن کل بدن با افزایش میزان جریان خون, افزایش دامنه حرکتی, بهبود قدرت و کاهش درد با در نظر گرفتن فاکتورهای موثر می‌تواند روش موثری برای کاهش کوفتگی تاخیری باشد. هر چند که تحقیقات بیشتری در این زمینه می‌تواند به درک روشن‌تری از تاثیر ویبریشن کل بدن روی کاهش کوفتگی تاخیری منجر شود.

واژگان کلیدی

ویبریشن کل بدن؛ آسیب عضلانی؛ آزردگی عضلانی با شروع تاخیری

نویسنده مسئول: امین غفاری، دانشجوی کارشناسی ارشد کاردرمانی، گروه کاردرمانی، دانشکده علوم توانبخشی دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران
آدرس الکترونیکی: ghaffari.a@kar.iums.ac.ir

مقدمه و اهداف

برای انجام بسیاری از فعالیت‌های روزمره زندگی ترکیبی از انقباضات ایزومتریک و کانسنتریک نیاز است. از آن جایی که نیروی بیشتری در انقباضات اکسنتریک جهت تقویت عضلات وجود دارد، در جلسات تمرینی این نوع انقباضات بیشتر به کار گرفته می‌شود[۱-۲]، اما در مقایسه با سایر تمرینات (کانسنتریک و ایزومتریک) استرس بیشتری به فیبرهای عضلانی اعمال می‌کنند[۳-۴]، زیرا واحدهای حرکتی کمتری فعال شده و به دنبال استرس مکانیکی بیشتری که بر واحدهای حرکتی وارد می‌گردد، احتمال آسیب‌دیدگی افزایش می‌یابد.[۵] آسیب عضلات به صورت درد[۶]، کاهش قدرت و دامنه حرکتی[۷]، افزایش آنزیم کراتین کیناز سرم خون (Creatine kinase, CK)[۸] و التهاب[۹] است که این علائم ۲۴ تا ۴۸ ساعت پس از انجام تمرینات دیده می‌شود که به آن آزردگی عضلانی با شروع تاخیری می‌گویند.[۸، ۱۰، ۱۱] منطقی است که با افزایش تعداد واحدهای حرکتی درگیر، استرس ناشی از انقباضات اکسنتریک بین فیبرهای بیشتری پخش شود و احتمال آسیب کاهش یابد.[۲] برای پیشگیری از احتمال آسیب از روش‌های مختلفی استفاده می‌شود؛ یکی از این روش‌ها استفاده از ویبریشن کل بدن (WBV) است که باعث فعال شدن واحدهای حرکتی بیشتری می‌شود.[۱۲] ویبریشن کل بدن (WBV[۱]) یک اصطلاح کلی برای ارسال تحریکات مکانیکی با فرکانس‌های مشخص به بدن انسان است و ابتدا از WBV در جلسات تمرینی برای ارتقا کیفیت عملکرد ورزشکاران نخبه استفاده می‌شد، اما در حال حاضر از WBV در زمینه‌های توانبخشی و ورزشی حرفه‌ای استفاده می‌گردد.[۱۳-۱۴] هر چند اطلاعات کافی در مورد فواید آن به دست نیامده است، اما تاثیراتی که WBV در بهبود سلامتی و شاخص‌های زیست–حرکتی از جمله تعادل، قدرت عضلات، چگالی استخوان و انعطاف‌پذیری گذاشته است[۱۵-۲۰]، توجه بسیاری از پژوهشگران را به خود جلب کرده است. ویبریشن کل بدن باعث برانگیختن فعالیت عضلات شده و به نوعی شبیه به تمرین ورزشی می‌باشد.[۲۱] پنج فاکتور نوع و شدت پاسخ بدن به تمرین ویبریشن را تحت تاثیر قرار می‌دهد. این فاکتورها شامل جهت حرکت صفحه دستگاه، فرکانس، ارتفاع، شتاب، مدت تحریک ویبریشن و پوزیشن بدن می‌باشد.[۲۲] ویبریشن موجب تحریک گیرنده‌های حسی می‌شود که این تحریک موجب فعال شدن نرون‌های حرکتی الفا و شروع انقباض عضلانی می‌شود.[۲۳-۲۵] پیشنهاد شده است ویبریشن در فراخوانی واحدهای حرکتی با آستانه بالا [۲۶] و دستیابی به نرخ‌های بالای تخلیه شارژ واحد حرکتی[۲۷] سهم دارد. بهبود عملکرد عصبی–عضلانی با تمرین ویبریشن کل بدن به همزمانی بیشتر واحدهای حرکتی در عضله[۲۸] منجر می‌شود. افزایش فراخوانی فضایی توسط تشدید سیستم عصبی عضلانی از طریق دوک‌های عضلانی که منجر به فعال‌سازی رفلکس نورون‌های حرکتی می‌شود.[۲۹] همچنین از معایب اعمال ویبریشن، استفاده طولانی‌مدت از آن است که می‌تواند به افزایش فراخوانی واحدهای حرکتی که منجر به خستگی و کاهش کارایی انقباض عضله می‌شود، اشاره کرد.[۳۳] بنابراین استفاده از WBV قبل از تمرینات اکسنتریک با پروتکل تمرینی سازمان‌یافته، به خاطر فعال کردن واحدهای حرکتی بیشتر از بروز آسیب‌های عضلانی جلوگیری می‌کند. با توجه به این که برای رسیدن به روش صحیح‌تر و موثرتر نیاز به شناخت بیشتری است، لذا بر آن شدیم که با مرور مطالعات صورت‌گرفته در این زمینه به انجام تحقیقات بیشتر و هدفمندتر بپردازیم. هدف مطالعه مروری حاضر بررسی تاثیر WBV بر شاخص‌های آسیب عضلانی است.

مواد و روش‌ها

طی جستجو در مقالات چاپ‌شده، رفرنس‌های ذکرشده در مقالات و مرتبط با موضوع مورد نظر از سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۶ در زمینه آسیب‌های عضلانی و اثرات ویبریشن کل بدن با استفاده از کلیدواژه‌های ویبریشن کل بدن (Whole Body Vibration)، آسیب عضلانی (Muscle Injury)، آزردگی تاخیری عضلانی (Delayed-Onset Muscle Soreness) مقالات مرتبط با موضوع از بانک‌های Google Scholar، PubMed، Elsevier، IRANDOC، SID و Research Gate به دو زبان فارسی و انگلیسی مورد بررسی قرار گرفت. انتخاب مقالات در سه گام و به ترتیب با: ۱) بررسی عنوان مقاله ۲) بررسی خلاصه مقاله ۳) و سرانجام بررسی کامل مقالات انجام شد. جهت اجرای تحقیق حاضر از یک نوع فرآیند مرور نظام‌مند (سیستماتیک) مبتنی بر شواهد (۲۰۰۵ ،Duffy) استفاده شد. معیارهای ورود مطالعات عبارت بودند از ۱) تمام مطالعات مرتبط با تاثیر ویبریشن کل بدن بر روی شاخص‌های آسیب عضلانی بدون در نظر گرفتن محل درگیری باشد ۲) برای بالغین سالم (افراد بالای ۱۵ سال) باشد. ۳) به عنوان کنترل در کنار سایر روش‌ها باشد. ۴) منابع مورد بررسی برای مقالات از سال ۲۰۰۰ به بعد باشد. ۵) زبان منابع فارسی و انگلیسی باشد. معیارهای خروج از مطالعه عبارت بودند از: مقالات Review، Case report، Editorials، و مقالاتی که تنها مقدمه‌ای از آنها موجود بود، از مطالعه خارج شدند. همچنین مقالاتی که اثر ویبریشن بر اندام را به صورت یک‌طرفه یا بعد از جراحی مورد بررسی قرار داده بودند، حذف گردید و تنها مقالاتی که بر اساس معیارهای ورود، اثر ویبریشن کل بدن بر آسیب‌های عضلانی بدون در نظر گرفتن محل درگیری را بررسی کرده

[۱] Whole Body Vibration

بود، مورد مطالعه قرار گرفت.

یافته ها

از بین ۲۵۶۱ مقاله یافت‌شده، با اعمال معیارهای ورود به مطالعه حدود ۳۵۰ مقاله برای بررسی بعدی انتخاب شد. در نهایت مقالاتی که موضوعشان مرتبط با اثر ویبریشن کل بدن و شاخص‌های آسیب عضلانی بود، بررسی و ۱۹ مقاله به عنوان مقالات نهایی برای مطالعه حاضر برگزیده شد. در زیر ابتدا تعریف کوفتگی عضلانی تاخیری، علائم، روش‌های پیشگیری و روش‌های درمان آن بیان گردیده و سپس اثربخشی ویبریشن کل بدن بر اساس مقالات یافت‌شده بیان گردیده است:

کوفتگی عضلانی تاخیری

آسیب عضلانی ناشی از تمرین ورزشی از تخریب بافت همبند و انقباضی در پی تمرین ناشی می‌شود. این آسیب به واسطه حساس بودن به لمس موضعی, سختی و دامنه حرکتی محدود مشخص می‌شود. این نوع آسیب, کوفتگی تاخیری عضلانی[2] نیز خوانده می‌شود و معمولا ۲۴ تا ۷۲ ساعت پس از شکست در تمرین شدید به ویژه فعالیت غیرعادی عضلانی در بافت انقباضی که به آن مقدار فعالیت عادت ندارد، رخ می‌دهد. گرفتگی عضلانی می‌تواند شرایط آسیب را در بافت مهیا کند و همچنین باعث کاهش توانایی فرد در انجام فعالیت‌های ورزشی می‌شود. بنابراین کاهش کوفتگی عضلانی می‌تواند باعث کاهش احتمال آسیب به بافت و بازگشت سریع فرد به فعالیت ورزشی شود.[۳۰]

کوفتگی عضلانی تأخیری (DOMS)، کشیدگی درجه یک عضلانی محسوب می‌شود و در آن حساسیت به لمس و درد عضلانی وجود دارد که به هنگام لمس یا حرکت احساس می‌شود می‌تواند هر عضله اسکلتی را تحت تأثیر قرار دهد. کشش عضلانی بسته به شدت آن به سه دسته تقسیم می‌شود، در کشیدگی درجه یک معمولاً پارگی‌های ریز عضلانی وجود دارد. در کشیدگی درجه دو پارگی در بخشی از تارهای عضلانی وجود دارد و کشیدگی درجه سه به پارگی کامل تارهای عضلانی اشاره می‌کند. اوج درد در DOMS معمولا بین ۷۲-۴۸ ساعت پس از فعالیت بروز می‌کند که ۷-۵ روز بعد از بین می‌رود یا اینکه به حداقل خود می‌رسد.[۳۱]

تلاش‌های زیادی برای بررسی علت بروز DOMS صورت گرفته است، اما علت اصلی و دقیق آن نامشخص باقی مانده است. هر چند درجه و میزان آسیب، وابسته به شدت، مدت و مهمتر از همه، نوع فعالیت انجام شده می‌باشد. کوفتگی عضلانی با توجه به زمان بروز به دو نوع کوفتگی عضلانی حاد و کوفتگی عضلانی تأخیری تقسیم می‌شود. کوفتگی عضلانی حاد در هنگام و بلافاصله بعد از تمرین ایجاد می‌شود و عقیده بر آن است که علت آن احتمالاً ناشی از فقدان جریان خون به عضلات فعال می‌باشد.[۳۲]

علائم DOMS عبارتند از

۱- درد: معمولاً ۱۲ تا ۲۴ ساعت پس از فعالیت بروز می‌کند و دو تا پنج روز ادامه می‌یابد، البته درد بهنگام انقباض عضلانی بیشتر می‌شود. همچنین درد در انقباض برونگرا نسبت به انقباض کانسنتریک بیشتر است. علاوه بر این، در انقباض ایزومتریک هم درد مشاهده می‌شود و هنگام کشش غیرفعال نیز درد ایجاد می‌شود.[۳۱]

۲- حساسیت به لمس: درد معمولاً به صورت انتشاری است، اما گاهی‌اوقات یک کانون دقیق دردناک در اثر آسیب مشاهده می‌شود. نقطه دردناک اغلب محل اتصال تاندون و عضله یا بخش حجیم عضله است. معمولاً حساسیت به لمس زیادی در این نقاط وجود دارد.[۳۱]

۳- کاهش قدرت: یکی از بارزترین علائم کوفتگی حاد کاهش قدرت عضلانی است که به تدریج برطرف می‌شود. فرد آسیب‌دیده توانایی انقباض عضلانی با شدت سابق را ندارد و معمولاً حداکثر نیروی عضلانی که با یک تکرار بیشینه ارزیابی می‌شود، کاهش معناداری می‌یابد.[۳۱]

٤- کاهش دامنه حرکتی: در عضلاتی که دچار کوفتگی تأخیری شده‌اند، کاهش دامنه حرکتی در مفاصل مرتبط با آنها دیده می‌شود که به تدریج با بهبود کوفتگی، دامنه حرکتی به حد اولیه خود برمی‌گردد.[۳۱]

۵- ادم عضلانی: گاهی اوقات ادم متوسطی در عضله مشاهده می‌شود. این ادم می‌تواند در اثر تجمع آب میان بافتی در عضله اتفاق افتد. با گذشت زمان از میزان ادم بافتی کاسته می‌شود.[۳۱]

روش‌های پیشگیری از کوفتگی عضلانی تأخیری

الف- گرم کردن و سرد کردن

در مطالعه‌ای تحت عنوان تأثیرات گرم کردن و سرد کردن بر کوفتگی عضلانی تأخیری ۵۲ آزمودنی را در ۴ گروه، گرم کردن و سرد کردن (هر دو)، فقط گرم کردن، فقط سرد کردن و گروهی که نه گرم کردن و نه سرد کردن داشتند، قرار دادند. نتایج این پژوهش نشان داد که گرم کردن بلافاصله قبل از فعالیت اکسنتریک ناآشنا موجب کاهش اندکی در کوفتگی عضلانی تأخیری می‌شود، اما سرد کردن هیچ گونه

[2] Delay Onset Muscle Soreness

تأثیری بر آن ندارد[۳۳]

ب- حرکات کششی

یکی از موثرترین روش‌های کاهش یا درمان کوفتگی عضلانی تأخیری انجام تمرینات کششی قبل یا پس از تمرینات اکسنتریک می‌باشد. [۳۴] به علت طویل شدن تارهای عضلانی و کشیده شدن تاندون‌های انتهای عضلات و نهایتاً پارگی الیاف و آسیب بافت همبند، حرکات کششی را عامل در جهت افزایش کوفتگی تأخیری می‌دانند[۳۵] . اثرات کشش قبل و بعد از فعالیت بر کوفتگی عضلانی نشان داد که حرکات کششی قبل و بعد از فعالیت اثر حفاظتی بر کوفتگی عضلانی نخواهد داشت.[۳۶]

ج- مصرف ویتامین C

مصـرف ۱۰۰ میلی‌گرم ویتامین C در روز (دو برابـر مقـدار مـورد نیاز) برای یک ماه از کوفتگی تأخیری پیشگیری کـرده و یـا به تأخیر می‌اندازد.[۳۷]

د- پرهیز از فعالیت‌های ناآشنا

معمولاً ورزشکاران حرفه‌ای وقتی به یک فعالیت ناآشنا و جدید می‌پردازند، به کوفتگی مبتلا می‌شوند. بنابراین یکی از روش‌های پرهیز از کوفتگی می‌تواند پرهیز از فعالیت‌های ناآشنا باشد یا اینکه هنگام انجام فعالیت‌های ناآشنا، شروع به فعالیت تدریجی و سبک باشد. حتی تکرار فعالیت‌ها در طولانی‌مدت می‌تواند سبب تسهیل روند سازگاری شود و از ایجاد کوفتگی در دفعات بعدی جلوگیری کند.[۳۱]

روش‌های درمان کوفتگی عضلانی

الف- ماساژ

تأثیر ماساژ ورزشی بر روی کوفتگی عضلانی تأخیری، آنزیم کراتین کیناز و تعداد نوتروفیل‌ها نشان داد که اگر ماساژ ورزشی بعد از ۲ ساعت از تمرینات اکسنتریک انجام شود، سبب کاهش DOMS و سطح آنزیم کراتین کیناز خواهد شد که این تغییرات شاید به دلیل کاهش حرکت نوتروفیل‌ها و یا بالا رفتن سطح کورتیزول سم باشد[۳۵] همچنین در خصوص اثرات ماساژ بر کوفتگی عضلانی، تورم و ریکاوری عملکرد عضله پس از آسیب نشان داده شد که ماساژ باعث کاهش تورم و همچنین کاهش ۳۰ درصدی در کوفتگی عضلانی تأخیری می‌شود، ولی هیچ گونه تأثیری بر عملکرد عضله ندارد.[۳۸]

در مطالعه‌ای که توسط روزنبرگ و همکاران انجام شد، از سه نوع درمان شامل ماساژ، کشش و گرم کردن بر روی اثرات زیانبار تمرینات اکسنتریک استفاده شد. اندازه‌گیری‌های عملکردی و بیوشیمیایی (غلظت میوگلوبین و فشار داخل عضله) نشانگر این موضوع است که ترکیبی از ماساژ، کشش و گرم کردن می‌تواند موجب کاهش اثرات زیانبار تمرینات اکسنتریک شود.[۳۱]

ب- تحریکات عصبی، الکتریکی تحت جلدی (TENS)

یک روش جدید برای کاهش درد است که اصطلاحاً به آن T.N.S می‌گویند. در بیشتر موارد فرکانس جریان بین ۵۰ تا ۱۵۰ هرتز، شدت جریان بین ۱۲ تا ۳۰ میلی‌آمپر و زمان تحریک آن هم حدود ۱۰۰ تا ۵۰۰ میکروثانیه است. گروهی از محققان معتقدند که استفاده از تحریکات T.N.S موجب ترشح مجموعه‌ای مواد شیمیایی یا شبه‌مورفینی مثل سروتونین، اندروفین و انکفاسین که خاصیت ضد درد دارند، می‌شود. تأثیرات فرکانس پایین TENS بر روی کوفتگی تأخیری توسط گیولیک و همکاران مورد مطالعه قرار گرفت. یک درمان ۳۰ دقیقه‌ای به میزان دو ضربه در ثانیه فاصله ۳۰۰ میکروثانیه کاهش معناداری را در درد احساس شده و افزایش معناداری را در دامنه حرکتی داشته است[۳۴]

ج – سرمادرمانی

استفاده از ماساژ یخ بر روی کوفتگی عضلانی میزان کراتین کیناز را کاهش می‌دهد، ولی بر دیگر شاخص‌های کوفتگی عضلانی تأثیر معناداری ندارد. نتایج تأثیر آب سرد بر شاخص‌های آسیب عضلانی متعاقب روی تناوبی طولانی‌مدت نشان داد که آب سرد برخی از شاخص‌های آسیب عضلانی ناشی از این فعالیت را کاهش می‌دهد.[۳۹] جهت رسیدن به نتایج قطعی‌تر به منظور استفاده از سرما به عنوان روشی برای درمان DOMS انجام تحقیقات گسترده‌تر ضرورت دارد.

د- هیدروتراپی

اثر آب‌درمانی بر علائم و نشانه‌های کوفتگی عضلانی تأخیری متعاقب حرکت پرس پا نشان داد که آب‌درمانی بر کاهش نشانه‌های کوفتگی عضلانی تأخیری و بهبود ریکاوری عضله از آسیب موثر است؛ در حالی که ریکاوری غیرفعال اثرات مخالفی دارد. آنها ۳۰ ورزشکار را به صورت تصادفی در دو گروه آب‌درمانی (تجربی) و ریکاوری غیرفعال (کنترل) قرار دادند.[۴۰]

ه- داروهای ضد التهابی غیراستروئیدی (NSAIDS)

اثرات ایبوپروفن بر گرفتگی عضلانی ناشی از تمرین به بررسی اثر این دارو بر کوفتگی عضلانی ناشی از تمرین نشان داد که استفاده از

ایبوپروفن درمان مناسبی برای کاهش یا معالجه کوفتگی عضلانی تأخیری نمی‌باشد[41]، در حالی که هاسون و همکاران (۱۹۹۳) در مطالعه‌ای با عنوان اثر مصرف ایبوپروفن بر کوفتگی و درد عضلانی به این نتیجه رسیدند که این دارو از آزاد شدن سرم کراتین کیناز ممانعت نمی‌کند، ولی در کاهش گرفتگی و فعالیت دوباره عضلات موثر است.[۴۲]

تأثیر داروهای ضد التهابی غیراستروئیدی بر آسیب عضلانی و استرس اکسیداتیو نشان داد که بین گروه تجربی و شاهد برای همه نشانه-های اصلی آسیب عضلانی و استرس اکسیداتیو هیچ گونه تفاوت معناداری وجود ندارد. در مطالعه حاضر ۶۰ دونده فوق ماراتن در دو گروه تجربی (مصرف‌کننده دارو) و شاهد قرار داشته و نمونه‌ها قبل و بلافاصله بعد از مسابقه جمع‌آوری شد.[۴۳]

و- آنتی‌اکسیدان‌ها

مصرف ویتامین C ۳ گرم برای هر کیلوگرم از وزن بدن، سه بار در روز به صورت خوراکی پس از فعالیت باعث ریکاوری می‌شود[۴۴] در حالی که ۱۰۰۰ میلی‌گرم ویتامین C در طول ۱۲ هفته هیچ تفاوت معناداری را در بهبود کوفتگی نشان نداد.[۴۵]

هم‌چنین مطالعه اثر مکمل ویتامین C بر علائم و نشانه‌های کوفتگی عضلانی تأخیری در فلکسورهای آرنج نشان داد که پروتکل مصرف ویتامین C برای مدت ۸ روز، در حفاظت از علائم و نشانه‌های DOMS بی‌تأثیر است.[۴۶]

در مجموع نتایج حاصل از مصرف ویتامین C و تأثیرات آن بر روی کوفتگی متناقض است و تحقیقات بیشتری باید در این زمینه صورت پذیرد. دیلارد و همکاران به مدت دو هفته ۱۲۰۰ IU ویتامین E را به آزمودنی‌ها تجویز کردند و میزان کاهش معناداری را در پنتان بازدمی در حالت استراحت و در حین فعالیت گزارش کردند. همچنین سومیدا و همکاران، ۳۰۰ IU ویتامین E را به مدت چهار هفته برای آزمودنی‌هایی که تا حد واماندگی و به صورت فزاینده رکاب می‌زدند، تجویز کردند و به این نتیجه رسیدند که مصرف ویتامین E باعث کاهش پراکسیداسیون چربی غشای سلول می‌شود. برخی مطالعات دیگر نیز در این مقاله نشان دادند که حتی مصرف پنج ماهه ویتامین E تأثیری روی شاخص‌های کوفتگی ندارد.[۴۷]

ز- ویبریشن کل بدن (WBV)

با توجه به نتایج به دست آمده از مطالعات ذکرشده در جدول شماره ۱ زمان، فرکانس، ورزشکار بودن و یا نبودن، نوع فعالیت انجام‌شده (نوع انقباضات و مدت زمان آنها)، تعداد دفعات اعمال، زمان استراحت بین هر بار اعمال و درمان به صورت مجزا و یا همزمان با درمان‌های دیگر از فاکتورهای موثر بر اثربخشی WBV بر آسیب‌های عضلانی افراد سالم می‌باشد. در زیر به مرور کلی مطالعات انجام‌شده با در نظر گرفتن فاکتورهای فوق در راستای اثربخشی WBV پرداخته شده است:

الف) مقایسه اثر ویبریشن کل بدن با روش‌های دیگر:

مقایسه اثرات ویبریشن‌درمانی و ماساژ در پیشگیری از کوفتگی عضلانی تاخیری در ۴۵ زن سالم غیرورزشکار آزمودنی‌ها در سه گروه ویبریشن‌درمانی (۵ دقیقه، ۵۰ هرتز، عضله دوسربازویی)، ماساژ (۱۵ دقیقه) و کنترل نشان داد که ویبریشن‌درمانی و ماساژ به یک اندازه در پیشگیری از کوفتگی عضلانی موثر هستند.[48] همچنین در مقایسه سه روش ریکاوری (کنترل، ویبریشن اندام تحتانی، ویبریشن اندام فوقانی) بر عملکرد اندام فوقانی، ریکاوری ادراک شده و کوفتگی عضلانی در ۸ مرد فعال ۱۹ تا ۴۰ سال تفاوت معناداری در اوج و میانگین توان بی‌هوازی و شاخص خستگی، ریکاوری ادراک شده و کوفتگی عضلانی بین ۳ گروه مشاهده نشد. در مطالعه حاضر از دستگاه ویبریشن کل بدن با فرکانس ۳۰ هرتز و ارتفاع ۲ میلی‌متر به مدت ۱۰ دقیقه برای ساعد و به صورت نشسته برای اندام تحتانی استفاده شد[۴۹]

بررسی اثر ویبریشن کل بدن به عنوان یک روش ریکاوری کوفتگی عضلانی تاخیری در مقایسه با روش ریکاوری سنتی در ۱۳ آزمودنی فعال (۸ مرد و ۵ زن) با میانگین سنی ۲۱/۶ سال نشان داد که ویبریشن یک مدالیته مناسب جهت ریکاوری کوفتگی عضلانی تاخیری نیست. آزمودنی‌ها به صورت تصادفی دو روش ریکاوری را با فاصله ۱۴ روز انجام دادند. جهت ایجاد کوفتگی از پروتکل راه رفتن به سمت عقب روی تردمیل شیب‌دار و به مدت ۱ ساعت استفاده شد. روش ریکاوری بلافاصله بعد، ۱، ۲، ۳ و ۴ روز پس از تمرین راه رفتن به عقب انجام گردید. ویبریشن با فرکانس ۲۶ هرتز و ارتفاع ۴/۵ میلی‌متر، زاویه زانو به صورت ۳۰ درجه فلکشن، به مدت ۱۰ دقیقه که هر یک دقیقه همراه با ۳۰ ثانیه استراحت بود، اجرا شد. ریکاوری سنتی شامل کشش پسیو عضلات پشت ساق، همسترینگ، چهارسر بلافاصله پس از تمرین تردمیل و ۱۰ دقیقه رکاب زدن با دوچرخه کارسنج با شدت ۵۰ وات و ۶۰ دور بر دقیقه و پس از هر دقیقه ۳۰ ثانیه استراحت در روزهای دیگر بود. کوفتگی پا و توان (پرش اسکات و کانترموومنت) قبل، ۱، ۲، ۴، و ۷ روز بعد تمرین و کراتین کیناز و الگوی دویدن قبل، ۲ و ۷ روز بعد تمرین اندازه‌گیری شد. کوفتگی عضلانی ایجاد شد و کراتین کیناز، عملکرد پرش و دویدن تحت تاثیر قرار گرفت. پس از ریکاوری با روش ویبرشن در مقایسه با روش ریکاوری سنتی فلکشن زانو در فاز استقرار و اکستنشن زانو در فاز پرواز کاهش و دامنه حرکتی هیپ افزایش یافت. از آنجایی که کینماتیک‌های مفصل بیشتر تحت تاثیر ویبریشن قرار گرفتند، منطقی به نظر می‌رسد که انقباضات اکسنتریک تجربه‌شده در حین تمرین ویبریشن کل بدن منجر به آسیب بیشتر می‌شود[۵۰]

مقایسه اعمال ویبریشن، تحریک جلدی الکتریکی اعصاب و تمرین کششی بر کوفتگی عضلانی تاخیری در ۴۰ زن سالم غیرورزشکار با میانگین سنی ۲۶/۸۵ سال نشان داد که درمان ترکیبی باعث افزایش دامنه حرکتی اکستنشن مفصل آرنج می‌شود. آزمودنی‌ها در ۴ گروه ویبریشن، تحریک جلدی الکتریکی اعصاب، تحریک جلدی الکتریکی اعصاب و ویبریشن و کنترل قرار گرفتند. ویبریشن با فرکانس ۵۰ هرتز و به مدت ۱ دقیقه بر عضله دوسربازویی دست غیربرتر اعمال شد. کوفتگی عضلانی تاخیری در عضله فلکسوری آرنج دست غیربرتر توسط انقباض اکسنتریک ایجاد گردید. اندازه‌گیری قبل، بلافاصله بعد، ۲۴ و ۴۸ ساعت بعد از تمرین اکسنتریک انجام شد. نتایج کاهش قابل ملاحظه در درد ادراک‌شده در سه گروه آزمایشی را نیز نشان داد.[۵۱]

ب) تاثیر منفی ویبریشن کل بدن بر شاخص‌های آسیب عضلانی:

اثرات ویبریشن‌درمانی حاد بر ریکاوری عملکرد پس از یک دوره تمرین اکسنتریک شدید در ۸ مرد سالم که هفته‌ای ۳ بار تمرین مقاومتی انجام می‌دادند و پروتکل تمرین اکسنتریک آنها شامل ۳ ست ۱۰۰ تکراری از انقباض حداکثری اکسنتریک عضله چهارسرانی با استفاده از دستگاه ایزوکینتیک با سرعت ۳۰ درجه بر ثانیه بود، نشان داد. استفاده از تمرین ویبریشن ۲۶ هرتزی در اولین ۲۴ ساعت پس از تمرین اکسنتریک می‌تواند برای میزان کاهش نیرو و ریکاوری مضر باشد. آزمودنی‌های گروه ویبریشن بلافاصله، ۱۲ و ۲۴ ساعت پس از تمرین اکسنتریک، ویبریشن‌درمانی انجام دادند. تمرین ویبریشن با فرکانس ۲۶ هرتز، ارتفاع ۶ میلی‌متر و ۵ ست ۱ دقیقه‌ای انجام گردید. حداقل دو هفته بعد اولین تکلیف، تمرین اکسنتریک مشابه بر روی پای بعدی و با روش درمانی دیگر (کنترل) انجام گردید. اوج تنشن ایزومتریک، میانگین اوج تنشن ایزومتریک، گشتاور کانسنتریک و اکسنتریک ایزوکینتیکی قبل، ۲۴ و ۴۸ ساعت پس از تمرین اکسنتریک اندازه‌گیری شد و درمان با روش ویبریشن منجر به کاهش بیشتر اوج گشتاور اکسنتریک و میانگین اوج گشتاور اکسنتریک ۲۴ ساعت بعد تمرین در مقایسه با گروه کنترل شد. بنابراین در مطالعه حاضر پیشنهاد گردید که فرکانس، مدت زمان اعمال و سایر فاکتورهای موثر بر تاثیر WBV در نظر گرفته شود.[۵۲]

ج) عدم تاثیر ویبریشن کل بدن بر شاخص‌های آسیب عضلانی:

پروتکل تمرین جهت ایجاد کوفتگی در عضله چهارسرانی شامل اجرای ۴ ست اسکات Single-legged Split با ۴۰ درصد وزن بدن برای گروه کنترل روی یک سطح صاف به مدت ۳۰ ثانیه و برای گروه ویبرشن روی دستگاه ویبریشن با فرکانس ۳۰ هرتز و اندازه‌گیری کوفتگی عضلانی عضله چهارسرانی، آستانه درد فشاری، دامنه حرکتی، محیط ران، درد عضله چهارسرانی ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت پس از تمرین اکسنتریک نشان داد تمرین ویبریشن به کار برده شده تاثیری در کمک به کاهش کوفتگی عضلانی تاخیری نداشته است. در این مطالعه نیز پیشنهاد گردید نمونه مورد مطالعه از نظر حاد و یا مزمن بودن درد و همچنین ورزشکار بودن و یا نبودن قبل از اعمال WBV بررسی شود.[۵۳]

د) تاثیر مثبت ویبریشن کل بدن بر شاخص‌های آسیب عضلانی:

پروتکل تمرین اکسنتریک شامل ۱۰ دقیقه دویدن با سرعت ۵، ۱۰ دقیقه با سرعت ۶، ۱۰ دقیقه با سرعت ۷ و ۵ دقیقه با سرعت ۷/۵ کیلومتر بر ساعت بر روی تردمیل با شیب منفی ۵ درجه جهت بررسی اثر ویبریشن با فرکانس ۵۰-۳۰ هرتز در حالت اسکات نیمه به مدت ۳ بر کوفتگی عضلانی تاخیری در ۲۰ زن غیرورزشکار ۲۰ تا ۳۰ سال نشان داد که استفاده از ویبریشن می‌تواند کاهش کوفتگی عضلانی تاخیری را تحت تاثیر قرار دهد. در گروه ویبریشن کاهش معناداری در آستانه درد فشاری در عضله ساق و ۱۵ سانتی‌متری کشکک مشاهده شد، اما تغییر معناداری در تورم و کراتین کیناز بین دو گروه مشاهده نشد.[۵۴]

در بررسی اثر ویبریشن کل بدن بر کوفتگی عضلانی تاخیری، انعطاف‌پذیری همسترینگ و کمر و توان انفجاری (پرش ارتفاع) در ۲۰ دانشجوی سالم (۱۰ زن، ۱۰ مرد) با میانگین سنی ۲۰/۸۵ سال با پروتکل تمرین اکسنتریک شامل ۳ ست ۱۰ تکراری حرکت لانج همراه با نگه داشتن دمبلی معادل ۱۲ تا ۱۸ درصد وزن بدن تفاوت معناداری در کوفتگی عضلانی تاخیری، انعطاف‌پذیری همسترینگ و کمر و توان انفجاری مشاهده نشد و نتایج نشان داد که اعمال ویبریشن کل بدن به اندازه تمرین ورزشی سبک در کاهش شدت کوفتگی عضلانی تاخیری موثر است؛ لذا می‌توان ویبریشن را به عنوان یک روش ریکاوری در کنار درمان‌های رایج به کار برد.[۵۵]

بررسی اثر محرکات ویبریشن بر حداکثر انقباض ایزومتریک ارادی متعاقب کوفتگی عضلانی نشان داد که در مطالعه حاضر ۶۰ فرد سالم شرکت داشتند. کوفتگی عضلانی در عضله اکستانسور کارپی رادیالیس لونگوس بررسی شد. شرکت‌کنندگان در گروه کنترل هیچ درمانی را دریافت نکردند. گروه تحت درمان التراسوند به مدت ۱۰ دقیقه و با شدت 1.0W/cm2 و فرکانس 1MHz;time قرار گرفتند. گروه تحت درمان ویبراسیون به مدت ۱۰ دقیقه و با فرکانس 20MHz; time محرکات را دریافت کردند. حداکثر انقباض ایزومتریک ارادی عضلات قبل از انجام مداخلات ثبت گردیده بود. همچنین بلافاصله بعد از انجام مداخلات، ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت پس از آن نیز ثبت گردید. نتایج نشان داد که تفاوت معناداری در حداکثر انقباض ایزومتریک عضلات بین دو گروه کنترل و گروه تحت درمان با ویبراسیون وجود دارد

و تحریک با ویبراسیون اثر مثبتی بر روی ریکاوری عضلات پس از کوفتگی ناشی از فعالیت آنها دارد.[۵۶]

تاثیر اعمال ویبریشن کل بدن در بهبود ریکاوری حاصل از سرد کردن سنتی در ۱۶ فوتبالیست مرد سطح بالا با میانگین سنی ۱۷/۱ سال با تمرین شامل ۲ ست ۶ تکراری از دو سرعت ۴۰ متر که استراحت پسیو بین تکرارها ۲۰ ثانیه بود، انجام شد. سرد کردن سنتی و تقسیم آزمودنی‌ها به دو گروه ویبریشن (فرکانس ۵۰ هرتز و ارتفاع ۲/۴۱ و فرکانس ۳۵ هرتز و ارتفاع ۱/۱۵) و کنترل انجام گردید. ارتفاع پرش عمودی، حداکثر نیروی ایزومتریک ارادی در اکستنشن پا و میزان درد (مقیاس آنالوگ بصری) قبل و بعد از انجام تمرین سرعتی، بلافاصله، ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت پس از اعمال ویبریشن اندازه‌گیری شد. انجام دوهای سرعتی تکراری میزان درد عضله را فقط در گروه کنترل افزایش داد. ریکاوری ارتفاع پرش در گروه ویبریشن سریع‌تر صورت گرفت؛ لذا استفاده از ویبریشن در کنار سرد کردن سنتی می‌تواند درد عضلانی ادراک‌شده را کاهش دهد و ریکاوری را پس از انجام تمرینات مختص فوتبال بهبود بخشد.[۵۷]

بررسی اثر ویبریشن بر شاخص‌های عملکردی کوفتگی عضلانی تاخیری در ۳۰ دانشجوی مرد (دو گروه ویبرشن و کنترل) با میانگین سنی ۲۱/۲ سال تاثیر مثبت ویبریشن بر متغیرهای اندازه‌گیری‌شده را نشان داد. در گروه آزمایش ویبریشن با شدت ۵۰ هرتز و به مدت ۱ دقیقه اعمال شد. سپس تمرین اکسنتریک که شامل ۵ ست با۱۰ تکرار انقباضات اکسنتریک با شدت ۸۵ درصد یک تکرار بیشینه با استفاده از دمبل بود، در هر دو گروه اجرا شد. دامنه حرکتی مفصل آرنج، محیط بازو دست غیربرتر و کوفتگی عضلانی قبل، بعد، ۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت پس از تمرین اکسنتریک اندازه‌گیری شد.[۵۸]

تاثیر ویبریشن بر کاهش کوفتگی عضلانی تاخیری و تورم و افزایش ریکاوری عملکرد عضله پس از تمرین اکسنتریک در ۱۵ مرد جوان با پروتکل تمرینی ۱۰ ست ۶ تکراری از حداکثر انقباض ارادی فلکسورهای آرنج که با دست راست در یک جلسه و دست چپ در جلسه دیگر بود، انجام شد. فاصله بین دو جلسه ۴ هفته بود. در گروه ویبریشن دست تمرین‌کرده تحت ۳۰ دقیقه اعمال ویبریشن ۳۰ دقیقه، ۱، ۲، ۳ و ۴ روز پس از تمرین قرار گرفت و دست دیگر ویبریشنی دریافت نکرد. گروه ویبریشن افزایش کمتر و کاهش سریع‌تری در کوفتگی عضلانی داشت. ریکاوری دامنه حرکتی در گروه ویبریشن سریع‌تر بود. اثر معناداری در ریکاوری قدرت عضله و فعالیت کراتین کیناز مشاهده نشد.[۵۹]

اثر حاد تمرین ویبریشن کل بدن قبل از تمرین اکسنتریک در پیشگیری از کوفتگی عضلانی تاخیری با ۳۲ آزمودنی سالم غیرفعال (۲۲ زن و ۱۰ مرد) به طور تصادفی به دو گروه کنترل و ویبریشن انجام شد. پس از ۵ دقیقه گرم کردن با دوچرخه کارسنج با شدت ۵۰ وات، ۶ ست ۱۰ تکراری حداکثر انقباض اکسنتریک ارادی اکستنسورهای زانو پای برتر با دستگاه دینامومتر ایزوکینتیک با سرعت ۶۰ درجه بر ثانیه و دامنه حرکتی بین ۱۰ تا ۹۰ درجه فلکشن زانو انجام شد. استراحت بین ست‌ها ۳ دقیقه در نظر گرفته شده بود. فاز کانسنتریک با سرعت ۳۰۰ درجه بر ثانیه و فاز اکسنتریک ۶۰ درجه بر ثانیه تنظیم شده بود. تمرین ویبرشن قبل از تمرین اکسنتریک به صورت اسکات نیمه با زاویه ۶۰ درجه فلکشن زانو به مدت ۶۰ ثانیه، فرکانس ۳۵ هرتز و ارتفاع ۵ میلی‌متر انجام شد. کوفتگی عضلانی، محیط ران و آستانه درد فشاری در حالت پایه، ۱، ۲، ۳، ۴، ۷ و ۱۴ روز، حداکثر قدرت ایزومتریک و ایزوتونیک اکستنسورهای زانو در حالت پایه، بلافاصله بعد، ۱، ۲، ۷ و ۱۴ روز و کراتین کیناز در حالت پایه، ۱، ۲و ۷ روز پس از تمرین اکسنتریک اندازه‌گیری شد. کاهش قدرت ایزومتریک و ایزوتونیک، سطوح کراتین کیناز، آستانه درد فشاری و کوفتگی عضلانی در گروه ویبریشن کمتر بود. اعمال ویبرشن قبل تمرین اکسنتریک می‌تواند کوفتگی عضلانی را از طریق بهبود عملکرد عضله کاهش دهد.[۶۰]

همچنین اثر ویبریشن با فرکانس پایین به عنوان یک روش ریکاوری بر حذف لاکتات خون، ویژگی‌های انقباضی عضله و زمان رسیدن به واماندگی در طی پدال زدن با برونده توانی حداکثر اکسیژن مصرفی در ۱۲ مرد میانسال فعال تفاوت معناداری را نشان نداد. ابتدا حداکثر اکسیژن مصرفی مشخص شد و آزمودنی‌ها یک فعالیت ورزشی خسته‌کننده (دو دقیقه پدال زدن با برونده توانی حداکثر اکسیژن مصرفی) را اجرا و سپس ۱۵ دقیقه ریکاوری به دو روش انجام گردید؛ نشستن و قرار دادن پاها روی دستگاه ویبریشن (۲۰ هرتز و ارتفاع ۴ میلی‌متر) و نشستن و قرار دادن پاها روی دستگاه ویبریشن بدون اعمال ویبریشن و مجددا انجام تست ورزشی با تمام توان روی دوچرخه کارسنج با برونده توانی حداکثر اکسیژن مصرفی. در زمان بازگشت به حالت اولیه ضربان قلب، لاکتات خون، زمان حفظ انقباض، زمان ریلکسیشن، میانگین زمان رسیدن به واماندگی، کل مسافت طی‌شده، میانگین سرعت پدال زدن و حداکثر ضربان قلب ارزیابی شد. نتایج نشان‌دهنده عدم تاثیرگذاری این روش ریکاوری بر متغیرهای اندازه‌گیری شده بود. هر چند پس ازاعمال ویبریشن افزایش اما نه معنادار در میانگین زمان رسیدن به واماندگی، کل مسافت طی‌شده، میانگین سرعت پدال زدن مشاهده شد و مقدار کراتین کیناز نیز کاهش داشت.[۶۱]

بررسی ویبریشن‌تراپی بر کوفتگی عضلانی تاخیری و شاخص‌های التهابی مربوطه پس از ۴۰ دقیقه دویدن در سرازیری در ۲۹ مرد دونده تفریحی تاثیر مثبت این روش را در بهبود التهاب عضله نشان داد. در مطالعه حاضر گروه ویبریشن به مدت ۵ روز تحت ویبریشن پاها قرار گرفتند. کوفتگی عضلانی توسط مقیاس آنالوگ بصری قبل و تا ۵ روز پس از دویدن و شاخص‌های التهابی قبل، ۲۴ و ۱۲۰ ساعت بعد دویدن اندازه‌گیری شد. ویبریشن‌درمانی منجر به کاهش کوفتگی و اینترلوکین ۶، افزایش نوتروفیل و کاهش لنفوسیت گردید. ویبریشن

می‌تواند پاسخ لنفوسیت و نوتروفیل را تحریک کرده و یک روش مفید در درمان التهاب عضله است.[۶۲]

ویبرشن کل بدن بر کوفتگی عضلانی تاخیری در ۱۶ مرد بزرگسال تمرین‌نکرده با میانگین سنی ۳۶/۶ سال متعاقب یک جلسه تمرینی شدید که شامل تمرین مقاومتی و سرعتی بود، به عنوان یک روش ریکاوری در کاهش درد ناشی از کوفتگی عضلانی و سفتی پس از تمرین شدید موثر واقع شد. آزمودنی‌ها ابتدا ۱۰ دقیقه دویدن با شدت متوسط و سپس ۱۰ دقیقه تمرینات کششی را انجام دادند. سپس تمرین مقاومتی که شامل ۴ ست با ۱۰–۸ تکرار بود، انجام شد. فاز اکسنتریک تمرینات (پشت پا با دستگاه، بلند کردن وزنه یا ددلیفت، بلند کردن پاشنه، اکستنشن پا، اسکوات پشت موازی) در مدت ۶ ثانیه و فاز کانسنتریک باید با حداکثر سرعت انجام می‌گرفت. پس از تمرین مقاومتی آزمودنی‌ها ۱۰ دو سرعت با مسافت ۴۰ یارد یا ۳۶/۵۷ متر را با حداکثر سرعت طی می‌کردند که بین دویدن‌ها ۶۰ ثانیه استراحت در نظر گرفته شده بود. پس از اتمام تمرین آزمودنی‌ها به دو گروه ریکاوری ویبرشن و کنترل تقسیم شدند. در گروه ویبریشن تا ۳ روز پس از تمرین، در هر روز دو جلسه تمرین ویبریشن انجام شد. ویبریشن با فرکانس ۵۰ هرتز و ارتفاع ۲ میلی‌متر به مدت ۳۰ ثانیه بر روی عضلات دوقلو، همسترینگ و چهارسرانی هر کدام دو بار اعمال شد. سپس آزمودنی بر روی دستگاه قرار گرفت و کشش گروه عضلانی ذکرشده را با ویبریشن فرکانس ۳۵ هرتز به مدت ۶۰ ثانیه هر کدام دو بار تکرار کرد. تمرین گروه کنترل مشابه با گروه ویبریشن، اما بدون اعمال ویبریشن بود. درد ادراک‌شده ۱۲، ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت پس از تمرین بررسی شد. درد در تمام ساعات در گروه ویبریشن کمتر بود.[۶۳]

تمرین ویبریشن با فرکانس ۵۰ هرتز و به مدت ۱ دقیقه بر کنترل و پیشگیری کوفتگی عضلانی تاخیری پس از تمرین اکسنتریک در ۵۰ آزمودنی (۲۵ مرد، ۲۵ زن به ترتیب با میانگین سنی ۲۰/۱ و ۲۱/۱) سالم غیروزشکار بر عضلات چهارسرانی، همسترینگ و عضلات ساق پای راست و چپ با اعمال راه رفتن بر روی تردمیل با سرعت ۴ کیلومتر بر ساعت و شیب منفی ۱۰ درجه به مدت ۳۰ دقیقه نشان داد. کاهش حداکثر نیروی انقباض ایزومتریک ارادی، کاهش آستانه درد فشاری و افزایش معنادار کراتین کیناز و سطح کوفتگی در گروه کنترل نسبت به گروه ویبریشن حاکی از موثر بودن تمرین ویبریشن قبل از تمرین اکسنتریک در پیشگیری از کوفتگی عضلانی است.[۶۴]

تاثیر ویبریشن بر پیشگیری از کوفتگی عضلانی تاخیری متعاقب تمرین اکسنتریک در ۴۰ زن ورزشکار با دامنه سنی ۲۵–۱۹ سال برای بعضی پارامترهای عضلانی انجام شد. حداکثر قدرت ارادی عضله چهارسرانی، آستانه درد فشاری در ۵، ۱۰ و ۱۵ سانتی‌متر بالای کشکک و وسط عضله دوقلو و دامنه حرکتی مفصل زانو در هر دو پا، سطح درد و کوفتگی قبل و ۲۴ ساعت پس از تمرین اندازه‌گیری شد. آزمودنی-ها به دو گروه ویبریشن و کنترل تقسیم شدند. در گروه ویبریشن از دستگاه ویبراتور با فرکانس ۵۰ هرتز برای لرزش عضلات چهارسرانی، دوقلو و همسترینگ هر دو پا به مدت ۱ دقیقه استفاده گردید. سپس هر دو گروه به تمرین اکسنتریک با دستگاه پرس پا با وزنه‌ای معادل ۸۰ درصد یک تکرار بیشینه تا رسیدن به واماندگی پرداختند. تغییرات پارامترهای اندازه‌گیری‌شده بیانگر کاهش معنادار حداکثر قدرت ارادی عضله چهارسرانی، آستانه درد فشاری و دامنه حرکتی مفصل زانو در گروه کنترل در مقایسه با گروه ویبریشن بود. سطح درد و کوفتگی ۲۴ ساعت پس از تمرین به طور معناداری در گروه ویبریشن پایین‌تر بود.[۶۵]

تمرین ویبرشن بر کوفتگی عضلانی تاخیری در ۳۰ مرد ورزشکار با رده سنی ۲۶–۱۸ سال با فرکانس ۵۰ هرتز به مدت یک دقیقه قبل تمرین اکسنتریک بر روی دو عضله چهارسر و اندازه‌گیری زاویه فلکشن زانو، آستانه درد فشاری، کوفتگی عضلانی از عضله چهارسرانی راست و حداکثر نیروی ایزومتریک از هر دو عضله چهارسر رانی قبل و ۲۴ ساعت بعد تمرین افزایش معنادار داشت.[۶۶]

جدول ۱: مطالعات انجام‌شده بر تاثیر اعمال ویبریشن بر شاخص‌های آسیب عضله

ردیف	نوع مداخله	نام	جمعیت مورد مطالعه	سال	نتیجه
۱	اثر ویبریشن حاد کل بدن بر کوفتگی عضلانی تاخیری	دابس و همکاران	۳۰ زن (گروه کنترل ۱۶ نفر و گروه درمان ۱۴ نفر)	۲۰۱۵	تمرین ویبریشن به کار برده شده تاثیری در کمک به کاهش کوفتگی عضلانی تاخیری نداشته است.
۲	مقایسه اثرات ویبریشن‌درمانی و ماساژ در پیشگیری از کوفتگی عضلانی تاخیری	ایمتیاز و همکاران	۴۵ زن سالم غیرورزشکار	۲۰۱۴	تاثیر مشابه ویبریشن‌درمانی و ماساژ در پیشگیری از کوفتگی عضلانی
۳	مقایسه سه روش ریکاوری (کنترل،	میوکاتیچ و همکاران	۸ مرد فعال ۱۹ تا ۴۰ سال	۲۰۱۴	اعمال ویبریشن اندام فوقانی و تحتانی به عنوان یک روش ریکاوری مزایای فیزیولوژیک و روانی ندارد و به نظر می‌رسد

	ویبریشن اندام تحتانی، ویبریشن اندام فوقانی) بر عملکرد اندام فوقانی، ریکاوری ادراک‌شده و کوفتگی عضلانی				
۴	اثر ویبریشن بر کوفتگی عضلانی تاخیری	کمندانی و همکاران	۲۰ زن غیرورزشکار ۲۰ الی ۳۰ سال	۲۰۱۳	استفاده از ویبریشن می‌تواند کاهش کوفتگی عضلانی تاخیری را تحت تاثیر قرار دهد.
۵	اثر ویبریشن کل بدن بر کوفتگی عضلانی تاخیری، انعطاف-پذیری همسترینگ و کمر و توان انفجاری (پرش ارتفاع)	ویلر و جکبسون	۲۰ دانشجوی سالم(۱۰ زن، ۱۰ مرد) با میانگین سنی ۲۰/۸۵	۲۰۱۳	تاثیر مشابه اعمال ویبریشن کل بدن و تمرین ورزشی سبک در کاهش شدت کوفتگی عضلانی تاخیری و کاربرد استفاده از ویبریشن به عنوان یک روش ریکاوری در کنار درمان‌های رایج
۶	اثر ویبریشن کل بدن به عنوان یک روش ریکاوری کوفتگی عضلانی تاخیری در مقایسه با روش ریکاوری سنتی	اکسانتوز و همکاران	۱۳ آزمودنی فعال (۸ مرد و ۵ زن)، میانگین سنی ۲۱/۶ سال	۲۰۱۳	ویبریشن یک مدالیته مناسب جهت ریکاوری کوفتگی عضلانی تاخیری نیست.
۷	اثر محرکات ویبریشن بر حداکثر انقباض ایزومتریک ارادی متعاقب کوفتگی عضلانی	هونگ ووکو و همکاران	۶۰ فرد سالم (۳۰ مرد ، ۳۰ زن)	۲۰۱۳	تحریک با ویبراسیون اثر مثبتی بر روی ریکاوری عضلات پس از کوفتگی ناشی از فعالیت آنها دارد.
۸	اثرات ویبریشن-درمانی حاد بر ریکاوری عملکرد پس از یک دوره تمرین اکسنتریک شدید	بارنس و همکاران	۸ مرد سالم (ورزشکار مقاومتی) با میانگین سنی ۲۳ سال	۲۰۱۲	استفاده از تمرین ویبریشن ۲۶ هرتزی در اولین ۲۴ ساعت پس از تمرین اکسنتریک می‌تواند برای میزان کاهش نیرو و ریکاوری مضر باشد.
۹	تاثیر اعمال ویبریشن کل بدن در بهبود ریکاوری حاصل از سرد کردن سنتی	مارین و همکاران	۱۶ فوتبالیست مرد، میانگین سنی ۱۷/۱ سال	۲۰۱۲	استفاده از ویبریشن در کنار سرد کردن سنتی می‌تواند درد عضلانی ادراک‌شده را کاهش دهد و ریکاوری را پس از انجام تمرینات مختص فوتبال بهبود بخشد.
۱۰	اثر ویبریشن بر شاخص‌های عملکردی کوفتگی عضلانی تاخیری	محمدی و همکاران	۳۰ دانشجوی مرد میانگین سنی ۲۱/۲ سال	۲۰۱۲	تاثیر مثبت ویبریشن بر متغیرهای اندازه‌گیری‌شده
۱۱	تاثیر ویبریشن بر کاهش کوفتگی عضلانی تاخیری و تورم و افزایش ریکاوری عملکرد عضله پس از تمرین اکسنتریک	لایو و نوساکا	۱۵ مرد جوان	۲۰۱۱	تاثیر مثبت ویبریشن بر کوفتگی عضلانی و ریکاوری دامنه حرکتی و عدم تاثیر ویبریشن بر ریکاوری قدرت عضله و فعالیت کراتین کینئاز
	اثر حاد تمرین ویبریشن کل بدن قبل از تمرین	امینیان‌فر و همکاران	۳۲ آزمودنی سالم غیرفعال (۲۲ زن و ۱۰ مرد)	۲۰۱۱	اعمال ویبرشن قبل تمرین اکسنتریک می‌تواند کوفتگی عضلانی را از طریق بهبود عملکرد عضله کاهش دهد.

۱۲	اکسنتریک در پیشگیری از کوفتگی عضلانی تاخیری				
۱۳	اثر ویبریشن با فرکانس پایین به عنوان یک روش ریکاوری بر حذف لاکتات خون، ویژگی‌های انقباضی عضله و زمان رسیدن به واماندگی	کاراسکو و همکاران	۱۲ مرد میانسال فعال	۲۰۱۱	عدم تاثیرگذاری این روش ریکاوری بر متغیرهای اندازه‌گیری‌شده بود. هر چند پس ازاعمال ویبریشن افزایش اما نه معنادار در میانگین زمان رسیدن به واماندگی، کل مسافت طی‌شده، میانگین سرعت پدال زدن مشاهده شد و مقدار کراتین کیناز نیز کاهش داشت.
۱۴	بررسی ویبریشن-تراپی بر کوفتگی عضلانی تاخیری و شاخص‌های التهابی مربوطه	برودبنت و همکاران	۲۹ مرد دونده تفریحی میانگین سنی ۳۳ سال	۲۰۱۰	ویبریشن‌درمانی منجر به کاهش کوفتگی و اینترلوکین ۶، افزایش نوتروفیل وکاهش لنفوسیت گردید. همچنین ویبریشن می‌تواند پاسخ لنفوسیت و نوتروفیل را تحریک کرده و یک روش مفید در درمان التهاب عضله باشد.
۱۵	اثر ویبرشن کل بدن بر کوفتگی عضلانی تاخیری	رهیا و همکاران	۱۶ مرد بزرگسال تمرین‌نکرده با میانگین سنی ۳۶/۶ سال	۲۰۰۹	اعمال ویبریشن به عنوان یک روش ریکاوری در کاهش درد ناشی از کوفتگی عضلانی و سفتی پس از تمرین شدید موثر است.
۱۶	اثر تمرین ویبریشن بر کنترل و پیشگیری کوفتگی عضلانی تاخیری پس از تمرین اکسنتریک	بختیاری و همکاران	۵۰ آزمودنی سالم غیروزشکار (۲۵ مرد، ۲۵ زن به ترتیب با میانگین سنی ۲۰/۱ و ۲۱/۱)	۲۰۰۷	تمرین ویبریشن قبل از تمرین اکسنتریک می‌تواند در پیشگیری از کوفتگی عضلانی تاخیری موثر باشد.
۱۷	مقایسه اعمال ویبریشن، تحریک جلدی الکتریکی اعصاب و تمرین کششی بر کوفتگی عضلانی تاخیری	جمالی	۴۰ زن سالم غیرورزشکار، میانگین سنی ۲۶/۸۵ سال	۲۰۱۱	کاهش قابل ملاحظه در درد ادراک‌شده در سه گروه آزمایشی و همچنین افزایش دامنه حرکتی در اکستنشن مفصل آرنج با درمان ترکیبی
۱۸	تاثیر ویبریشن بر پیشگیری از کوفتگی عضلانی تاخیری متعاقب تمرین اکسنتریک	حکمی و همکاران	۴۰ زن ورزشکار با دامنه سنی ۲۵-۱۹	۲۰۱۰	تاثیر ویبریشن بر پارامترهای اندازه‌گیری‌شده (حداکثر قدرت ارادی عضله چهارسررانی، آستانه درد فشاری و دامنه حرکتی مفصل زانو) و همچنین سطح درد و کوفتگی
۱۹	تاثیر تمرین ویبرشن بر کوفتگی عضلانی تاخیری	زینلی	۳۰ مرد ورزشکار رده سنی ۲۶-۱۸ سال	۲۰۱۰	تمرین درمانی همراه با انقباضات اکسنتریک به طور قابل ملاحظه‌ای سبب کوفتگی عضلانی تأخیری می‌شود، اما کاربرد ویبریشن قبل از تمرین دارای یک اثر کاهنده مفید، در میزان کوفتگی عضلانی تأخیری می‌باشد.

بحث و نتیجه گیری

هدف از تحقیق حاضر بررسی تاثیر اعمال ویبریشن کل بدن بر شاخص‌های آسیب عضلانی متعاقب آزردگی عضلانی با شروع تاخیری بود، از آنجایی که کوفتگی عضلات ناشی از فعالیت یا همان کوفتگی عضلانی تاخیری (DOSM) که در تمرینات شدید به ویژه انقباضات اکسنتریک بروز می‌کند[۶۸-۶۷] می‌تواند آغازگر آسیب‌های عضلانی، کاهش نیروی عضلانی، افزایش کراتین کیناز و کاهش دامنه حرکتی همراه باشد.[۶۸] راهبردهای گوناگونی به منظور کاهش میزان تخریب و کوفتگی عضلانی وجود دارد که شامل ویبرشن کل بدن، کشش، ماساژ و غیره می‌باشد. بوسکو و همکاران در سال ۲۰۰۰ بیان کردند که ویبریشن کل بدن می‌تواند باعث تحریک تارهای عضلانی و افزایش توییچ عضلانی با قدرت و سرعت بیشتری شود. در نتیجه می‌تواند برای پیشگیری و درمان کوفتگی تاخیری روش مناسبی

باشد[۶۹]، زیرا باعث ایجاد تحریکات عصبی-عضلانی بدون تلاش زیاد در بازه زمانی کوتاه می‌شود.[۷۰] در تحقیقاتی که انجام شده، نشان داده شده است که استفاده از ویبرشین کل بدن به دلیل اعمال لودهای مکانیکال ویبرشن به صورت مکرر، نوسانی با دامنه و فرکانس پایین باعث تسهیل مسیرهای تحریکی و ایجاد پدیده تونیک ویبرشن رفلکس می‌شود.[۷۱] رفلکس ایجادشده در عضلات به دنبال کل بدن، باعث افزایش فعالیت حرکتی از طریق فعال کردن دوک عضله و مسیرهای چندسیناپسی می‌شود.[۷۲] استفاده از ویبرشن کل بدن باعث افزایش اتساع عروقی و افزایش جریان خون سطحی و عمقی و دمای عضلانی و در نهایت، کاهش ویسکوزیته بافتی و افزایش الاسیسته عضلانی می‌گردد. از طرف دیگر، کاهش درد بعد از کاربرد ویبرشن می‌تواند موجب افزایش دامنه حرکتی و تسهیل انعطاف‌پذیری می‌گردد.[۷۳] ویبرشن کل بدن باعث افزایش سطح لاکتات خون می‌شود و بهبود تحریک‌پذیری عصبی-عضلانی و فراخوانی واحدهای حرکتی بیشتر کمک می‌کند[۷۴] و از این طریق می‌تواند باعث کاهش گرفتگی عضلانی شود. در کل می‌توان نتیجه گرفت که ویبرشن کل بدن موجب افزایش و بهبود در شاخص‌های عملکردی افراد می‌شود که می‌تواند تاثیر سودمندی برای تقویت گروه‌های عضلانی و بهبود سلامتی افراد داشته باشد و این تاثیر بستگی به نمونه مورد نظر (ورزشکار بودن و یا نبودن)، سن، نوع فرکانس و زمان ویبریشن، مدت زمان استراحت، پروتکل تمرینی فرد و استفاده از ویبریشن به صورت مجزا و یا در کنار سایر مدالیته‌ها دارد، زیرا استفاده طولانی‌مدت از ویبریشن می‌تواند به افزایش فراخوانی واحدهای حرکتی که منجر به خستگی و کاهش کارایی انقباض عضله می‌شود، منجر گردد.[۴۹] در کل به افراد سالم توصیه می‌شود جهت جلوگیری از درد و کوفتگی عضلانی پس از فعالیت‌های ورزشی به خصوص فعالیت‌های ورزشی اکسنتریک و فعالیت-های روزمره زندگی در بازه زمانی طولانی که منجر به خستگی می‌گردد، در کنار سایر روش‌ها از WBV با توجه به در نظر گرفتن فاکتورهای موثر بر اثربخشی آن، به منظور کاهش مدت زمان DOMS و تسریع در روند ریکاوری استفاده نمایند.

منابع

1. Fride´n J, Sfakianos P, Hargens A. Muscle soreness and intramuscular fluid pressure: comparison between eccentric and concentric load. Journal of Applied Physiology. 1986;61(6):2175–2179.
2. Moritani T, Murasmatsu S, Muro M. Activity of motor units during concentric and eccentric contractions. Am J Phys Med. 1988;66(6): 338–350.
3. Enoka RM. Eccentric contractions require unique activation strategies by the nervous system. Journal of Applied Physiology. 1996;81(6):2339–2346.
4. Nardone A, Romano C, Schieppati M. Selective recruitment of highthreshold human motor units during voluntary isotonic lengthening of active muscles. Journal of Applied Physiology. 1989;409(1):451–471.
5. Fride´n J, Sjøstrøm M, Ekblom B. Myofibrillar damage following intense eccentric exercise in man. Int Journal of Sports Medicine. 1983;4(3): 170–176.
6. Proske U, Morgan DL. Muscle damage from eccentric exercise: mechanism, mechanical signs,adaptation and clinical applications. Journal of Applied Physiology. 2001;537(2):333–345.
7. Pyne DB. Exercise-induced muscle damage and inflammation: a review. Austrilian Journal of Scienes and Medicine Sport. 1994;26(3–4):49–58.
8. Stauber WT, Clarkson PM, Fritz VK, Evans WJ. Extracellular matrix disruption after eccentric muscle action. Journal of Applied Physiology. 1990;69(3):868–874
9. Enoka RM. Eccentric contractions require unique activation strategies by the nervous system. Journal of Applied Physiology. 1996;81(6):2339–2346.
10. Armstrong RB, Warren GL, Warren JL. Mechanisms of exercise induced muscle fiber injury. Sports Medicine Journal. 1991;12(3):184–207.
11. Schoenfeld B, Contreras M. Is Postexercise Muscle Soreness a Valid Indicator of Muscular Adaptations? Sports Medicine Journal. 2013; 35(5): 16–21.
12. Albasin A, Krausa M, Rembitzki. Using Whole Body Vibration IN Physical Therapy. Clinical Practice and Treatment Exercises. Churchill Livingstone Elsevier. 2010.
13. Nasarov V, SpivakG.Development of athlete's strength abilities by means of biomechanical stimulation method. Theory and Practice of Physical Culture (Moscow) 1985; 12:37–39.
14. Belavý DL, Hides JA, Wilson SJ et al Resistive simulated weight bearing exercise with whole body vibration reduces lumbar spine deconditioning in bed-rest. Spine Journal.2008; 33(5):121–131.
15. Issurin VB, Tenenbaum G Acute and residual effects of vibratory stimulation on explosive strength in elite and amateur athletes. Journal of Sports Sciences.1999; 17:177–182.
16. Bosco C, Cardinale M, Tsarpela O (1999) Influence of vibration on mechanical power and electromyogram activity in human arm flexor muscles. European Journal of Applied Physiology 79:306–311.
17. Delecluse C, Roelants M, Verschueren S (2003) Strength increase after whole-body vibration compared with resistance training. Medicine and Science in Sports and Exercise 35(6):1033–1041.
18. Bautmans I, Van Hees E, Lemper J-C et al (2005) The feasibility of whole body vibration in institutionalised elderly persons and its influence on muscle performance, balance and mobility: a randomised controlled trial. BMC Geriatrics 5:17.
19. Bogaerts A, Delecluse C, Claessens AL et al (2007) Impact of whole-body vibration training versus fitness training on muscle strength and muscle mass in older men: a 1-year randomized controlled trial. Journals of Gerontology

Series A Biological Sciences and Medical Sciences 62(6):630–635.
20. Gusi M, Raimundo A, Leal A (2006) Low frequency vibratory exercise reduces the risk of bone fracture more than walking: a randomized controlled trial. BMC Musculoskeletal Disorders 7:92.
21. Belavý DL, Hides JA, Wilson SJ et al (2008) Resistive simulated weight bearing exercise with whole body vibration reduces lumbar spine deconditioning in bed-rest. Spine 33(5):121–131.
22. Albasin A, Krausa M, Rembitzki. Using Whole Body Vibration IN Physical Therapy. Clinical Practice and Treatment Exercises. Churchill Livingstone Elsevier. 2010. Chapter 5.
23. Cochrane DJ, Stannard SR, Walmsely A et al (2007) The acute effect of vibration exercise on concentric muscular characteristic. Journal of Science and Medicine in Sport 11(6):527–534.
24. De Ruiter CJ, van der Linden RM, van der Zijden MJ et al (2003a) Shortterm effects of whole-body vibration on maximal voluntary isometric knee extensor force and rate of force rise. European Journal of Applied Physiology 88:472–475.
25. De Ruiter CJ, Van Raak SM, Schilperoort JV et al (2003b) The effects of 11 weeks whole body vibration training on jump height contractile properties and activation of human knee extensors. European Journal of Applied Physiology 90:595–600.
26. Hagbarth KE, Eklund G (1966) Tonic vibration reflexes (TVR) in spasticity. Brain Res 2:201–203.
27. Burke D, Schiller HH (1976) Discharge pattern of single motor units in the tonic vibration reflex of human triceps surae. J NeurolNeurosurg Psychiatry 39:729–741.
28. Lance JW, Burke D, Andrews CJ (1973) The reflex effects of muscle vibration. In: Desmedt JE (ed), New Developments in Electromyography and Clinical Neurophysiology, 444–462. Karger, Basel.
29. Cardinale M, Bosco C (2003) The use of vibration as an exercise intervention. Exercise and Sport Sciences Reviews 31(1):3–7.
30. Donnai L. Macintyre, W. Darlene Reid and Donald C. Mckenzie. The inflammatory response to muscle injury and its clinical implication, Int J Sport Med, 20(1)1995.
31. Close G, Ashton A, Maclaren D. the emerging role of free radical in delayed onest muscle soreness and contraction-induced muscle injury. Comparative Biochemistry and physiology. 2005: 14(2); 257-266.
32. William D. Mcardle. Frank. L. katch. Victor. L. katch Essentials of exercise physiology. Lippincott. Williams wilkins. Publisher, 2000
33. Law. RY, Herbert. RD, Warm-up delayed onset muscle soreness but cool-down does not, Aust J Physiother, 2007, 53(2): 91-95.
34. Gulick. D. T, and Kimura I. F. Delayed onset muscle soreness, what is it and how we treat it? Jounal of Sport Rehabilitation, 1996, 5: 235-243.
35. Smith. L. L, et al. effect of athletic massage on delayed onset muscle soreness, creatine kinase and neutrophil count, J Sport physical Thrapy, 1994, 19: 93-94.
36. Herbert. RD, Gabriel. M, Effect of stretching before and after exercising on muscle soreness snd risk of injury, BMJ, 2002, 31, 325(7362):468.
37. Fox and Matthias.Sports Physiology, ,Translated by Asghar Khaledan,1st edition.Tehran: University Press(1998).P.26.
38. Newton. M, Zainuddin. Z, Sacco. P, Nosaka. K. Effect of massage on delayed onset muscle soreness, swelling and recovery from muscle function, J Athl Train, 2005, 40(3): 174-180
39. Bailey. DM, Erith. SJ, Griffin. PJ, Dowson. A, Brewer. DS, Grant. N, Williams. C. Influence of cold-water immersion on indices of muscle damage following prolonged intermittent shuttle running, J Sport Sci, 2007, 25(11): 1163-1170.
40. Vaile. JM, Gill. ND, Blazevich. AJ, The effectof water thrapy on symptoms of delayed onset muscle soreness, J Strength Cond Res, 2007, 21(3):697-702.
41. Donally. A. E, Moughan. R. J, and Whiting. P. H. Effect of ibuprofen on exercise induced muscle soreness and indices of muscle damage, J Sport Med, ۱۹۹۰, .۱۹۵–۲۴:۱۹۱
42. Hasso. S. M, Donies. J. C, Divine. J. G, Neibubr. S. R, Richmond. S, Effect of ibuprofen use on muscle soreness damage and performance, Medicine and Science in Sports and Exercise, 1993, 25: 9-17.
43. Henson. D, McAnulty. S, McAnulty. L, Neiman. D, Morrow. J, Dumke. C, Effect of NSAID on muscle injury and oxidative stress, Int J Sport Med, 2007, 28(11):909-915.
44. Kaminski. M, R. Boal. Effect of ascorbic asid on delayed onset muscle soreness pain, 1992,50:317-321.
45. Jenkins. R. R, Exercise, Oxidative stress and Antioxidant, J Sport Nutr, 1993, 3: 356-375.
46. Connolly. DA, Lauzon. C, Agnew. J, Dunn. M, Reed. B, The effect of vitamne c supplementation on symptoms of delayed onset muscle soreness, J Sport Med Phys Fitness, 2006, 46(3): 262-267.
47. Maria. L. Urso and Pricilla. M. Clarson, Oxidative stress, Exercise and Antioxidant supplementation, J of Toxicology, 2003, vol 189, issues 1-2, 41-54.
48. Shagufta I, Zubia V, Shareef M. Compare the Effect of Vibration Therapy and Massage in Prevention of Delayed Onset Muscle Soreness (DOMS). 2014: 8(1); 133-136.
49. SVETLANA MEPOCATYCH, GYTIS BALILIONIS, PHILIP A. BISHOP. Effect of Upper- and Lower-Body Vibration on Recovery, Muscle Soreness and Performance. International Journal of Exercise Science. 2014,7(1) : 33-44.
50. Xanthos D, Lythgo N, Gordon B. The effect of whole-body vibration as a recovery technique on running kinematics and jumping performance following eccentric exercise to induce delayed-onset muscle soreness. 2013: 12(4); 112-

121.
51. Jamali N.Comparison of vibration training, electrical stimulation of cutaneous nerves and stretching exercises on DOMS in 40 healthy women athletes.Esfahan university.2010.
52. Barnes M, Perry G, Mündel T, Darry J. The effects of vibration therapy on muscle force loss following eccentrically induced muscle damage. European Journal of Applied Physiology. 2012: 112(3);1189-1194.
53. Nicole C, Christopher D, Garner J. Whole-Body Vibration While Squatting and Delayed-Onset Muscle Soreness in Women. Journal of Athletic Training: 2015: 50(12);1233-1239.
54. Kamandani R,Ghazalian F,Ebrahim M, Ghassembaglou N. The Effect of Acute Vibration Training on Delayed Onset Muscle Soreness in Young Non-Athlete Women. 2013: 2(3);119-124.
55. Wheeler A, Jacobson B.Effect of Whole-Body Vibration on Delayed Onset Muscular Soreness, Flexibility, and Power. 2013: 27(9);2527–2532.
56. Hyung-Woo KoH,Sung-Hyoun Cho,CHeol-yong Kim,Byung-Jun Cho,Jin-Woo Kim,KaKHWang Bo.Effects of Vibratory Stimulations on Maximal Voluntary Isometric Contraction from Delayed Onset Muscle Soreness.Journal Physical Therapy Science.2013. 25: 1093–1095.
57. Marin P, Zarzuela R, Zarzosa F, Azael J. Whole-body vibration as a method of recovery for soccer players. European Journal of Sport Science, January 2012; 12(1): 2-8.
58. Mohammadi H, Sahebazamani M. Influence of vibration on some of functional markers of delayed onset muscle soreness. International Journal of Applied Exercise Physiology. 2012:1(2).
59. Lau W, Nosaka K. Effect of Vibration Treatment on Symptoms Associated with Eccentric ExerciseInduced Muscle Damage. American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation. 2011: 90(8); 648-657.
60. Aminian-Far A, Hadian M, OlyaeiGh, Talebian S, Bakhtiary A. Whole-Body Vibration and the Prevention and Treatment of Delayed-Onset Muscle Soreness. Journal of Athletic Training. 2011: 46(1);43-49.
61. Carrasco L, Sañudo B, Pradas F, Marzo E. Effectiveness of low-frequency vibration recovery method on blood lactate removal, muscle contractile properties and on time to exhaustion during cycling at VO_{2max} power output. European Journal of Applied Physiology. 2011: 111(9);2271–2279.
62. Broadbent S, Rousseau JJ, Thorp RM. Vibration therapy reduces plasma IL6 and muscle soreness after downhill running. British Journal of Sports Medicine. 2010; 44: 888-894.
63. Rhea D, Pedro M, Matthew R, Fernando D. Neuromuscular Activity During Whole-Body Vibration of Different Amplitudes and Footwear Conditions: Implications for Prescription of Vibratory Stimulation. Journal of Strength & Conditioning Research. 2009: 23(8); 2311-2316.
64. Bakhtiary AH, Safavi-Farokhi Z, Aminian-Far A. Influence of vibration on delayed onset of muscle soreness following eccentric exercise. British Journal of Sports Medicine 2007; 41: 145-148.
65. Hakami M. The effect of vibration on preventing the delayed onset muscle soreness in active girls.Journal of Research in Rehabilitation Sciences. 2010: 5(2),75-85.
66. Zeinali, Reza-Nejad, Marandi, Khayam-Bashi.Study of the Effectiveness of Vibration in Reduction of Delayed Onset Muscle Soreness Resulting after Therapeutic Exercise.JSSU. 2009; 17 (3) :184-192
67. Nosaka K, Newton M, Sacco P. Delayed-onset muscle soreness does not reflect the magnitude of eccentric exercise-induced muscle damage. Scandinavian journal of medicine & science in sports. 2002 Dec 1;12(6):337-46.
68. Armstrong RB. Initial events in exercise-induced muscular injury. Medicine and science in sports and exercise. 1990 Aug;22(4):429-35.
69. Bosco C, Cardinale M, Colli R, Tihanyi J, von Duvillard SP, Viru A. The influence of whole body vibration on the mechanical behavior of skeletal muscle. Biol Sport. 1998; 153:157-64.
70. Bosco C, Iacovelli M, Tsarpela O, Cardinale M, Bonifazi M, Tihanyi J, Viru M, De Lorenzo A, Viru A. Hormonal responses to whole-body vibration in men. European journal of applied physiology. 2000 Mar 7;81(6):449-54.
71. Hagbarth KE. The effect of muscle vibration in normal man and in patients with motor disorders. InHuman Reflexes, Pathophysiology of Motor Systems, Methodology of Human Reflexes Karger Publishers.1973 (Vol. 3, p. 428-443).
72. De Gail P, Lance J, Neilson P. Differential effects on tonic and phasic reflex mechanisms produced by vibration of muscles in man. Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry 1966;29(1):1.
73. Sands WA, McNeal JR, Stone MH, Haff GG, Kinser AM. Effect of vibration on forward split flexibility and pain perception in young male gymnasts. International Journal of Sports Physiology and Performance. 2008 Dec;3(4):469-81.
74. Alizadeh-Meghrazi M, Masani K, Popovic MR, Craven BC. Whole-body vibration during passive standing in individuals with spinal cord injury: effects of plate choice, frequency, amplitude, and subject's posture on vibration propagation. PM&R. 2012 Dec 31;4(12):963-75.