Archive of SID
Published Online: 2016. December.03 **Research Article**

Immediate Effect of Warm up by Whole Body Vibration on Accuracy of Force Reproduction of Knee Extensor Muscle in Young Healthy People

Javad Ahmadi[1], Sedigheh Sadat Naimi*[2], Minoo Khalkhali Zavieh[2],
Khosro Khademi Kalantari[3], Alireza Akbarzadeh Baghban[4]

1. Student Research Committee, MSc student in Physical Therapy, Department of Physiotherapy, School of Rehabilitation, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran
2. Assistant Professor, Physiotherapy Research Center, Department of Physiotherapy, School of Rehabilitation, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran
3. Professor, Physiotherapy Research Center, Department of Physiotherapy, School of Rehabilitation, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran
4. Professor, Department of Basic Sciences, School of Sciences, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran

Received: 2016.August.13 Revised: 2016. October.15 Accepted: 2016.November.26

Abstract

Background and Aim: Warm up is used for reducing risk of injury and increasing performance prior to practice. Whole body vibration is one of the new methods of warm up that has increasingly been taken into consideration. Despite increased application of this method, its effect on proprioception is not well-known. The aim of the present study was to investigate the effects of whole body vibration on the accuracy of force reproduction as a key indicator of proprioception.

Materials and Methods: In the current randomized control trial, 44 participants (25 males and 19 females, with 22.02±2.75 years of age and BMI: 21.92 ± 2.33 kg/m2) selected from healthy students of Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, were randomly assigned into two groups: whole body vibration (frequency of 30 Hz and amplitude of 4 mm) and control group (vibration plate inactivated). Participants performed dynamic squats in five minutes with one minute rest interval between each performance on the machine and accuracy of force reproduction of knee extensor muscle was evaluated before and after the intervention. The absolute error, constant error, and variable error were measured to evaluate the participants' errors in their realization of force sense.

Results: Absolute error and variable error of force in both groups showed significant increase after intervention (P<0/01, P=0/009), but there were no significant difference between the two groups, and constant error of force showed no significant difference before and after intervention in each group and between the two groups (P>0/05).

Conclusion: According to the results, it seems that immediate effect of this method of warm up reduces accuracy of force production which can be due to fatigue caused by dynamic squat performed five times at one-minute which consequently led to incorrect matching between peripheral and central mechanisms of realization of the force sense. This point should be considered when prescribing the appropriate protocol of warm up.

Keywords: Warm up; Whole body vibration; Accuracy of force reproduction

Cite this article as: Javad Ahmadi, Sedigheh Sadat Naimi, Minoo Khalkhali Zavieh, Khosro Khademi Kalantari, Alireza Akbarzadeh baghban. Immediate effect of warm up by whole body vibration on accuracy of force reproduction of knee extensor muscle in young healthy people. J Rehab Med. 2017; 6(3): 182-193.

* **Corresponding Author**: Sedigheh Sadat Naimi. Assistant Professor, Physiotherapy Research Center, Department of Physiotherapy, School of Rehabilitation, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran
Email: naimi.se@gmail.com

www.SID.ir

Archive of SID

تاثیر آنی گرم کردن با ارتعاش کل بدن بر دقت بازسازی نیروی عضلات اکستانسور زانو در افراد جوان سالم

جواد احمدی[۱]، صدیقه‌السادات نعیمی[۲*]، مینو خلخالی زاویه[۲]، خسرو خادمی کلانتری[۳]، علیرضا اکبرزاده باغبان[۴]

۱. کمیته پژوهشی دانشجویان، دانشجوی کاشناسی ارشد فیزیوتراپی، دانشکده علوم توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران
۲. استادیار گروه فیزیوتراپی، مرکز تحقیقات فیزیوتراپی و دانشکده علوم توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران
۳. استاد گروه فیزیوتراپی، مرکز تحقیقات فیزیوتراپی و دانشکده علوم توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران
۴. استاد آمار زیستی، گروه علوم پایه، دانشکده علوم توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران

* دریافت مقاله ۱۳۹۵/۰۵/۲۳ بازنگری مقاله ۱۳۹۵/۰۷/۲٤ پذیرش مقاله ۱۳۹۵/۰۹/۰٦ *

چکیده

مقدمه و اهداف

امروزه از گرم کردن برای کاهش ریسک آسیب و افزایش عملکرد افراد قبل از انجام تمرین استفاده می شود. ارتعاش عمومی بدن یکی از روش های نوین گرم کردن محسوب می شود که به طور روز افزونی مورد توجه قرار گرفته است. علی رغم ازدیاد کاربرد این روش، اثرات ناشی از آن بر روی حس عمقی به خوبی مشخص نشده است. هدف از تحقیق حاضر بررسی اثرات آنی گرم کردن با ارتعاش عمومی بدن بر روی حس نیرو به عنوان شاخص مهمی از حس عمقی است.

مواد و روش ها

در این کارآزمایی بالینی کنترل شده ۴۴ نفر (۲۵ مرد و ۱۹ زن) از دانشجویان سالم دانشکده توانبخشی علوم پزشکی شهید بهشتی به طور تصادفی در دو گروه ارتعاش عمومی بدن (فرکانس ۳۰ هرتز و آمپلی تود ۴ میلی متر) و گروه کنترل (دستگاه ارتعاش عمومی بدن خاموش) قرارگرفتند. نمونه ها در ۵ دوره یک دقیقه ای با یک دقیقه استراحت بینشان بر روی دستگاه، اسکوات دینامیک انجام دادند و میزان خطای بازسازی نیرو عضلات اکستانسور زانو قبل و بعد از انجام مداخله مورد ارزیابی قرار گرفت. برای بررسی درک افراد از حس نیرویشان از خطای مطلق، متغیر و ثابت استفاده گردید.

یافته ها

میزان خطای مطلق و متغیر نیرو در هر دو گروه قبل و بعد از مداخله افزایش معناداری را نشان داد ($P<۰.۰۰۱$ و $P=۰.۰۰۹$)، اما این افزایش خطا بین دو گروه تفاوت معناداری نداشت و میزان خطای ثابت نیرو قبل و بعد از مداخله در هر گروه و در بین گروه ها تفاوت معناداری را نشان نداد ($P<۰.۰۰۵$).

نتیجه گیری

به نظر می‌رسد که اثرات آنی این روش گرم کردن سبب کاهش دقت حس نیرو می شود که می تواند به دلیل خستگی ناشی از انجام پنج دوره یک دقیقه ای اسکوات دینامیک و متعاقباً عدم تطابق مکانیسم های محیطی و مرکزی درک حس نیرو باشد و این امر باید در تجویز پروتکل مناسب گرم کردن مورد توجه قرار گیرد.

واژه های کلیدی

گرم کردن؛ ارتعاش عمومی بدن؛ دقت بازسازی نیرو

نویسنده مسئول: صدیقه السادات نعیمی. استادیار گروه فیزیوتراپی، مرکز تحقیقات فیزیوتراپی و دانشکده علوم توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران

آدرس الکترونیکی: naimi.se@gmail.com

www.SID.ir

Archive of SID
Published Online: 2016. December.03

مقدمه و اهداف

به طور سالانه ۳ تا ۵ میلیون آسیب در ورزش‌های حرفه‌ای و تفریحی[۱] در ایالات متحده تخمین زده شده است[۱]. با توجه به بررسی بهداشت ملی آلمان، ۳/۱ ٪ از تمام بزرگسالان و یا به بیان دقیق‌تر ۵/۶ ٪ از کسانی که در فعالیت بدنی تفریحی شرکت منظم داشته‌اند، در طول یک سال برای آسیب های ورزشی درمان پزشکی دریافت کرده‌اند. صدمات ورزشی پس از حوادث داخلی (۳/۷٪) به عنوان شایع‌ترین آسیب رتبه‌بندی شده است. مطالعات اپیدمیولوژیک نشان داده‌اند که صدمات ورزشی و تفریحی بار عمده بهداشت عمومی را در بسیاری از کشورهای توسعه یافته تشکیل می‌دهند.[۲] هر سال آسیب‌های متعددی توسط ورزش ایجاد می‌شود که منجر به کاهش فعالیت فیزیکی و از دست رفتن زمان کار علاوه بر هزینه‌های پزشکی می‌شود. به طور سالانه هزینه‌ی آسیب‌های ورزشی در سراسر جهان یک بیلیون دلار تخمین زده می‌شود.[۱] اسپرین‌ها، در رفتگی‌ها و پارگی لیگامنت‌ها متداول‌ترین صدمات ورزشی (۶۰ ٪) هستند[۲] و آسیب‌های زانو شامل ۱۴ تا ۳۲ درصد همه آسیب‌های حاد است.[۳]

یکی از رایج‌ترین روش های جلوگیری و کاهش آسیب‌های ورزشی، گرم کردن[۲] مناسب بدن است.[۴] مربیان برای جلوگیری از آسیب‌ها و افزایش عملکرد ورزشکاران از گرم کردن استفاده می‌کنند، زیرا سبب افزایش دمای عضلانی، تحریک عملکرد انقباضی عضله، کاهش زمان رسیدن به حداکثر تنشن و ریلکسیشن و کاهش مقاومت ویسکوز عضله و مفصل می‌شود. علاوه بر آن پرخونی القا شده توسط گرم کردن منجر به گشادی عروق و افزایش جریان خون و احتمالاً بهینه کردن عملکرد هوازی به علت مصرف اکسیژن بیشتر در طی فعالیت‌های بعدی می‌شود.[۵] گرم کردن بدن به دو صورت فعال[۳] و غیرفعال[۴] انجام می‌شود.[۴, ۶] از طرفی دیگر ارتعاش عمومی بدن تحریکی مکانیکی است که به وسیله حرکت نوسانی[۵] از صفحه[۶] به کل بدن منتقل می‌شود و فرم جدیدی از تمرین می‌باشد که برای گرم کردن[۴, ۷-۹]، بهبود عملکرد و ریکاوری به طور روزافزونی در کلینیک‌های توانبخشی، پزشکی و مراکز تناسب اندام و باشگاه‌های ورزشی استفاده می‌شود. نشان داده شده که ارتعاش عمومی بدن باعث بهبود انعطاف‌پذیری، قدرت و توان عضلانی، بالانس، بهبود گردش خون، افزایش دمای عضلانی می‌شود. بهبود قدرت، توان، انعطاف پذیری، بالانس، گردش خون و افزایش دمای عضله از شاخص‌هایی هستند که احتمالاً می‌توانند استفاده از ارتعاش عمومی بدن را به عنوان وسیله‌ای برای گرم کردن بدن قبل از تمرینات ورزشی اصلی توجیه کنند. بنابر این ارتعاش عمومی بدن ممکن است یک فرم موثر از گرم کردن عضله در مقایسه با روش های رایج باشد و سبب افزایش عملکرد شود.[۸] با توجه به نتایج فوق‌الذکر در افرادی که از ارتعاش عمومی بدن استفاده کرده‌اند و همچنین میزان امنیت بالا در استفاده از آن و ظرفیت‌های بالقوه استفاده از ارتعاش عمومی بدن می‌توان نتیجه گرفت که احتمالاً ارتعاش عمومی بدن می‌تواند گزینه مناسبی برای گرم کردن بدن قبل از مسابقه یا فعالیت ورزشی اصلی باشد.[۴, ۷-۱۳]

به علاوه، در چندین مطالعه تحقیقاتی مشخص شده است که اختلال حس عمقی نیز ممکن است نقش بزرگی در بروز آسیب داشته باشد.[۱۴] حس عمقی به صورت آگاهانه و غیرآگاهانه وجود دارد که بخش آگاهانه آن شامل: کینستزیا[۷]، حس وضعیت مفصلی[۸] و حس نیرو[۹] است.[۱۵, ۱۶] با توجه به اهمیت اطلاعات حس عمقی برای تنظیم و تعدیل برنامه‌های کنترل حرکت، هر گونه تغییری در این اطلاعات ممکن است مهارت کنترل حرکت را تحت تاثیر قرار دهد.[۱۷] حس عمقی همچنین نقش اساسی در حفظ ثبات فانکشنال مفصل ایفا می‌کند.[۱۸] بر پایه تحقیقات گذشته فرض شده است که توانایی‌های پروپریوسپتیو و نروماسکولار تاثیر مشخصی بر روی ریسک آسیب دارند و در این زمینه، مطالعات اخیر اثرات مثبت برنامه‌های ورزشی مشخص را با هدف ارتقاء توانایی‌های حس عمقی، عصبی-عضلانی و حسی-حرکتی نشان داده‌اند.[۲] مطالعات مداخله‌ای نشان داده‌اند که تمرینات نوروماسکولار ممکن است سبب پیشگیری از اسپرین‌های زانو شود که نشان‌دهنده این است که کاهش کنترل نوروماسکولار ممکن است یک ریسک فاکتور مهم برای آسیب‌های زانو باشد.[۳]

یکی از روش های ارزیابی حس عمقی بررسی میزان دقت بازسازی نیرو می‌باشد.[۱۹] حس نیرو به معنای توانایی درک نیرو در حین انقباض ارادی می‌باشد[۱۹] و ثبات و استمرار در تولید نیروی استاتیک در چند تکرار متوالی در بسیاری از مهارت‌های حرکتی امری ضروری است. در مطالعاتی که به بررسی تاثیر گرم کردن بر حس عمقی پرداخته است، غالباً اثرات مثبتی از آن بر حس وضعیت مفصل زانو به عنوان

---

۱ Recreational
۲ Warm-up
۳ Active
۴ Passive
۵ Oscillatory
۶ Platform
۷ Kinesthesia
۸ Sense Joint Position
۹ Sense of Force

www.SID.ir

Archive of SID

شاخصی از حس عمقی ذکر کرده است.[۲۰-۲۲] از طرفی در چندین مطالعه تحقیقاتی نشان داده شده که ارتعاش عمومی بدن می‌تواند بر روی حس عمقی نیز تاثیر بگذارد و باعث تغییراتی در دقت این حس مهم در بدن شود.[۲۳-۲۷] از میان سه جزء حس عمقی، تاثیر ارتعاش عمومی بدن بر حس وضعیت و کینستزیا بررسی شده است که محققان در تعدادی از مطالعاتی که اثر ارتعاش عمومی بدن را بر حس وضعیت سنجیده بودند، اثر مثبت مشاهده کردند[۲۳، ۲۴، ۲۶، ۲۷] و در بعضی دیگر از مطالعات اثر معناداری بر حس وضعیت دیده نشده بود.[۲۸-۳۲] در مطالعه بر روی جزء دیگر حس عمقی یعنی حس کینستزیا تاثیرات مثبتی از ارتعاش عمومی بدن بر دقت این جزء مشاهده گردید.[۲۵] طبق بررسی‌های انجام شده تحقیقی مبنی بر تاثیر ارتعاش عمومی بدن بر حس نیرو انجام نشده است و مشخص نیست که آیا بعد از استفاده از ارتعاش عمومی بدن (به عنوان روشی برای گرم کردن) حس نیرو بهتر می شود یا بدتر. اطلاعات موجود محدود به بررسی حس وضعیت مفصل و کینستزیا است که در تمام مطالعات صورت گرفته بر این دو جزء هم همسویی نتایج مشاهده نمی‌شود و تناقضاتی در نتایج گزارش شده وجود دارد. از طرفی دیگر در مطالعه‌ای که اخیراً انجام شده است محققان دریافتند که هیچ‌گونه ارتباطی بین حس وضعیت و حس نیرو در مفصل مچ پا وجود ندارد.[۳۳] هر گونه مطالبی که در این زمینه موجود است به بررسی سایر فواید گرم کردن از قبیل بهبود گردش خون، دما، انعطاف‌پذیری و غیره محدود شده است که سبب می‌شود نتیجه‌گیری در مورد حس نیرو کاملاً غیرمستقیم باشد. با در نظر گرفتن مطالب فوق و اهمیت گرم کردن در پیشگیری از آسیب‌های ورزشی و همچنین اهمیت دقت حس نیرو برای درک مناسب از بار وارد آمده به عضله و جلوگیری از صدمه احتمالی و همچنین استفاده رو به گسترش از ارتعاش عمومی بدن در مراکز ورزشی و درمانی، نیاز به انجام بررسی در این زمینه برای رفع ابهامات موجود احساس می‌شود.

هدف از تحقیق حاضر یافتن جواب این سوال است که آیا اضافه کردن ارتعاش عمومی بدن به برنامه ورزشی فرد برای گرم کردن قبل از شروع مسابقه یا تمرین اصلی ورزشی می‌تواند منجر به افزایش دقت حس نیرو شود یا باعث مختل شدن آن می‌شود. بدین منظور، مطالعه حاضر به بررسی اثرات آنی و یک جلسه‌ای ارتعاش عمومی بدن بر حس نیرو در افراد سالم غیرورزشکار پرداخته است.

مواد و روش ها

در این کارآزمایی بالینی کنترل شده ۴۴ نفر (۲۵ مرد و ۱۹ زن) از دانشجویان سالم دانشکده توانبخشی علوم پزشکی شهید بهشتی شرکت کردند. فراخوان توسط نصب اعلامیه در دانشکده صورت گرفت. روش نمونه‌گیری به صورت غیرتصادفی ساده در دسترس بود. روش کار مطالعه حاضر توسط کمیته اخلاقی دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی مورد تایید قرار گرفت. دامنه سنی افراد بین ۱۸ تا ۲۸ سال بود. این افراد نسبت به استفاده از ارتعاش کل بدن هیچ‌گونه منعی از قبیل عدم سابقه اختلالات وستیبولار و بیماری‌های نورولوژیک، مشکلات تعادلی، درد یا سابقه جراحی در اندام تحتانی نداشتند و عدم وجود سابقه ضربه و آسیب‌دیدگی در ۶ ماهه گذشته، عدم وجود دفورمیتی در مفصل زانو، عدم اعتیاد به مواد مخدر و مشروبات الکلی، عدم شرکت منظم در فعالیت‌های ورزشی حداقل به فاصله شش ماه قبل از انجام مطالعه را گزارش می‌کردند. افراد در صورت نداشتن تحمل ارتعاش، مصرف داروهای مسکن و بی‌حس‌کننده در روز انجام ارزیابی، انجام فعالیت‌های سنگین تا ۷۲ ساعت قبل از آزمون و یا نداشتن تمایل به ادامه همکاری از مطالعه خارج می‌شدند. قبل از شروع مطالعه، افراد از نظر انعطاف‌پذیری عضلات همسترینگ، چهار سر رانی، گاستروکنیموس، ایلیوسواس ارزیابی شدند و افرادی که کوتاهی عضلانی‌شان در انجام اسکوات دینامیک اختلال ایجاد می‌کرد، وارد مطالعه نشدند. در ابتدا خلاصه روش کار و نحوه استفاده از دستگاه و روش انجام تست-ها به نمونه‌ها توضیح داده شد و از آن‌ها فرم رضایت کتبی گرفته شد.

روش ارزیابی دقت بازسازی نیرو

انجام تست بر روی زانوی پای غالب افراد صورت گرفت. نمونه ها بر روی دستگاه نشستند، به طوری که مفصل هیپ در زاویه ۹۰ درجه فلکشن قرار گرفت و محل اعمال مقاومت در محل تلاقی ۸۰ درصد فوقانی و ۲۰ درصد تحتانی ساق قرار داده شد و به منظور جلوگیری از حرکات تقلبی، باندهایی روی ران بسته شد. بعد از آن افراد ۳ بار حداکثر انقباض ارادی اکستنشن ایزومتریک ((MVC(kg)) عضله کوادریسپس را در زاویه ۶۰ درجه فلکسیون زانو[۱۷، ۳۴] و در ۵ ثانیه انجام دادند که بین هر یک از تست‌های MVC به افراد ۶۰ ثانیه استراحت داده شد. حین هر یک از تلاش‌های افراد، فیدبک کلامی یکسان برای تشویق آنها داده شد. بالاترین میزان ثبت شده در این سه تکرار به عنوان MVC عضله کوادریسپس در نظر گرفته شد.[۳۳، ۳۵] نمونه ها پس از تعیین MVC، ۱۵ دقیقه استراحت کردند[۳۶] و بعد از آن تست ارزیابی حس نیرو انجام گرفت.

برای تست دقت حس نیرو نمونه ها در همان وضعیت ذکر شده در تست MVC قرار گرفتند. ابتدا از نمونه ها خواسته شد که با دیدن میزان نیروی اعمال شده در مانیتور، ۵۰ درصد نیروی حداکثر انقباض ایزومتریک اکستانسوری زانو[۱۶، ۳۷، ۳۸] را تولید و این انقباض را ۵ ثانیه حفظ کنند. بعد از آن افراد عضله کوادریسپس را شل کرده و به زاویه ۹۰ درجه فلکشن زانو بردند و بعد از ۵ ثانیه و با حذف فیدبک

www.SID.ir

بینایی توسط برگرداندن مانیتور، نیروی مورد نظر را در همان اندام (به صورت یک‌طرفه[۱۰]) [۱۷، ۳۳، ۳۵] برآورد و بازسازی کردند. انقباض به مدت ۵ ثانیه حفظ شد و پس از آن دوباره عضله مورد نظر شل و به زاویه ۹۰ درجه برگردانده شد. بازسازی نیرو ۳ بار و با فاصله ۱ دقیقه استراحت بینشان تکرار گردید.[۳۵] مقایسه نیروی تولید شده و نیروی برآورد شده در هر بار تکرار، نشان‌دهنده میزان خطای برآورد نیرو در آن تکرار بود. میزان خطای برآورد نیرو، میانگین نتایج سه بار ارزیابی خطای برآورد نیرو برای هر عضله بود. نمونه ها پس از انجام بازسازی نیرو و قبل از شروع مداخله به مدت ۱۰ دقیقه استراحت کردند. بنابراین مدت زمان هر انقباض (تولید و برآورد) برای آزمون‌ها ۵ ثانیه و فاصله بین دو انقباض متوالی یک دقیقه[۳۵] و فاصله دو انقباض تولید و برآورد نیرو ۵ ثانیه بود.[۱۷]

برای محاسبه خطای برآورد نیرو از سه مقیاس زیر استفاده گردید:

خطای ثابت[۱۱] (CE) $CE = \frac{xi - T}{n}$، خطای متغیر[۱۲] (VE)، $VE = \sqrt{\frac{\sum(xi - M)^2}{n}}$ و خطای مطلق[۱۳] (AE)، $AE = \frac{|xi - T|}{n}$ که در آنها xi=نیروی تخمین زده شده/M=میانگین ۳ نیروی تخمین زده شده/n=تعداد تخمین‌های انجام شده بود.

روش گرم کردن با ارتعاش عمومی بدن

روش گرم کردن بدین صورت بود که افراد شرکت‌کننده در مطالعه با پاهای برهنه بر روی صفحه دستگاه ارتعاش عمومی بدن (Fitvibe سری pro Excel ساخت کشور آلمان) قرار گرفتند. برای گروه ارتعاش عمومی بدن از فرکانس ۳۰ هرتز و آمپلی تود ۴ میلی‌متر استفاده گردید. روش گرم کردن با ارتعاش عمومی بدن در مطالعه حاضر مشابه کار (Avelar, Costa 2012) بدین صورت بود که نمونه¬ها بر روی دستگاه اسکوات دینامیک انجام دادند. در هر اسکوات ۳ ثانیه طول کشید که افراد از زاویه ۹۰ درجه فلکشن زانو به زاویه ۱۰ درجه بروند و ۳ ثانیه طول کشید که به زاویه ۹۰ درجه خم شدن زانو برگردند. این زوایا قبل از انجام آزمون به وسیله گونیامتر اندازه گرفته شد و زمان نیز توسط محقق کنترل گردید. اگرچه چرخه هر اسکوات ۶ ثانیه بود، به دلیل اینکه تغییر حالت‌ها از بالا به پایین و بالعکس نیز ۱ ثانیه طول می‌کشد، بنابراین کل زمان هر چرخه تمرینی ۸ ثانیه بود.[۹، ۱۰] افراد در ۵ دوره یک دقیقه‌ای با یک دقیقه استراحت بین دوره‌ها در معرض ویبریشن قرار گرفتند. بنابر این ۷ تکرار در هر دقیقه انجام گرفت. قبل از شروع کار، به افراد وضعیت صحیح انجام اسکوات (فرد به سمت صفحه کنترل دستگاه می‌ایستد و پاها را به اندازه عرض شانه‌ها باز می‌کند و دست‌ها را با زاویه ۹۰ درجه فلکشن شانه حفظ می‌کند و در طی انجام اسکوات مستقیماً جلو را نگاه می‌کند و پشت خود را به صورت راست نگه می‌دارد) آموزش داده شد. برای کنترل جدا نشدن پاشنه پاهای نمونه¬ها از روی صفحه دستگاه ویبریشن از یک لیزر که در راستای محل کف پاها قرار گرفته بود، استفاده شد؛ به صورتی که اگر کف پاهای فرد از صفحه جدا می‌شد، نور لیزر بر روی دیوار مقابل مشاهده می‌گردید.

در گروه کنترل افراد همان شرایط گروه ویبریشن داشتند با این تفاوت که گرم کردن با اسکوات بر روی دستگاه خاموش انجام گردید.

بنابر این نمونه ها ابتدا تست‌های مربوط به MVC را انجام دادند. پانزده دقیقه بعد، تست‌های اولیه بازسازی دقت نیرو از آنها گرفته شد. ده دقیقه بعد گرم کردن با ارتعاش عمومی بدن را اجرا کرده و بلافاصله پس از اتمام آن، تست‌های نهایی بازسازی دقت نیرو از آنها گرفته شد. این مراحل به طور خلاصه در تصویر ۱ آمده است.

ارزیابی میزان انطباق توزیع متغیرها با توزیع نرمال داده‌ها از طریق آزمون Shapiro-Wilk بررسی گردید. مقایسه دو گروه از نظر مشخصات دموگرافیک و حس عمقی به کمک آزمون تی زوجی انجام شد. همچنین برای مقایسه درون گروهی متغیرها از آزمون t زوجی و برای مقایسه بین گروهی آن ها از آزمون t مستقل استفاده شد. خطای نوع اول در این آزمون‌ها ۰/۰۵در نظر گرفته شد. برای آنالیز داده-ها از نرم‌افزار Spss.23 استفاده شد.

یافته‌ها

در مطالعه حاضر ۴۴ نفر شرکت کردند که در گروه WBV ۲۳ نفر (۱۰ زن) و در گروه کنترل ۲۱ نفر (۹ زن) قرار داشتند. مشخصات دموگرافیک و حس عمقی شرکت‌کنندگان دو گروه از قبیل قد، وزن، سن، شاخص توده بدن، خطای مطلق، خطای ثابت و خطای متغیر به تفکیک در جدول شماره ۱ نشان داده شده است. نتایج حاصل از آزمون تی زوجی حاکی از عدم وجود تفاوت معنادار در این شاخص‌ها در

[۱۰] Ipsilateral
[۱۱] Constant Error
[۱۲] Variable Error
[۱۳] Absolute Error

www.SID.ir

Archive of SID

بین دو گروه بود. از آزمون ضریب پایایی ICC[14] جهت بررسی پایایی درون آزمونگر با فاصله اطمینان ۹۵٪ استفاده گردید که برابر با ۰/۹۶۸ بود.

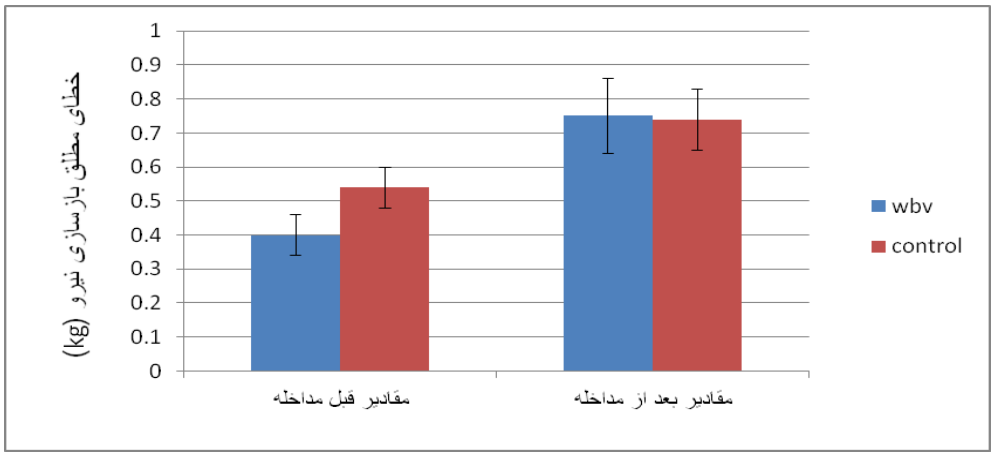
جدول۱: مقایسه مشخصات دموگرافیک و حس عمقی شرکت‌کنندگان در مطالعه (n=٤٤)

متغیر	میانگین و انحراف معیار	
	WBV	کنترل
سن (سال)	۲۲/۵۲± ۳/۲۰	۲۱/۴۸±۲/۱۱
وزن (kg)	۶۳/۸۷±۹/۴۶	۶۶/۰۵±۱۰/۹۰
قد (cm)	۱۷۱/۳۰±۱۰/۲۹	۱۷۲/۸۱±۹/۳۱
شاخص توده بدن (kg/m^2)	۲۱/۹۰±۲/۶۹	۲۱/۹۴±۱/۹۴
خطای مطلق حس نیرو (kg)	۰/۴۰±۰/۰۶	۰/۵۴±۰/۰۶
خطای ثابت حس نیرو (kg)	۰/۴۸±۰/۲۸	۰/۹۷±۰/۳۱
خطای متغیر حس نیرو (kg)	۱/۱۰±۰/۱۳	۱/۲۱±۰/۱۳

بر طبق تقسیم‌بندی روسنر مقادیر به دست آمده برای آزمون ضریب پایایی در صورتی که کمتر از ۰/۴۰ باشد، به عنوان تکرارپذیری ضعیف، مقادیر بین ۰/۷۵–۰/۴۰ به عنوان تکرارپذیری متوسط و مقادیر بالای ۰/۷۵ به عنوان تکرارپذیری خوب تقسیم‌بندی می‌شوند.[۳۹] بنابراین و با توجه به ICC:۰/۹۶۸، روش به کار رفته در مطالعه حاضر دارای تکرارپذیری خوبی می‌باشد.

مقادیر P به دست آمده از آزمون Shapiro–Wilk در همه آزمون‌ها بیشتر از ۰.۰۵ بود و انطباق مناسب توزیع متغیرها با توزیع نرمال امکان استفاده از آزمون‌های پارامتریک برای تجزیه و تحلیل متغیرها را اثبات نمود. مقایسه نتایج خطای مطلق (AE) بازسازی نیروی هدف به شرح زیر بود: میانگین خطای مطلق بازسازی نیرو در گروه WBV قبل از مداخله ۰/۴۰±۰/۰۶ و پس از مداخله معادل ۰/۷۵±۰/۱۱ بود و در گروه کنترل قبل از مداخله ۰/۵۴±۰/۰۶ و پس از مداخله معادل ۰/۷۴±۰/۰۹ بود که در هر دو گروه حاکی از افزایش معنادار آن بود (P<۰/۰۱)، اما این افزایش خطا بین دو گروه تفاوت معناداری نداشت (نمودار ۱).

نمودار ۱: مقایسه خطای مطلق بازسازی نیروی دو گروه قبل و بعد از مداخله (n=۴۴)

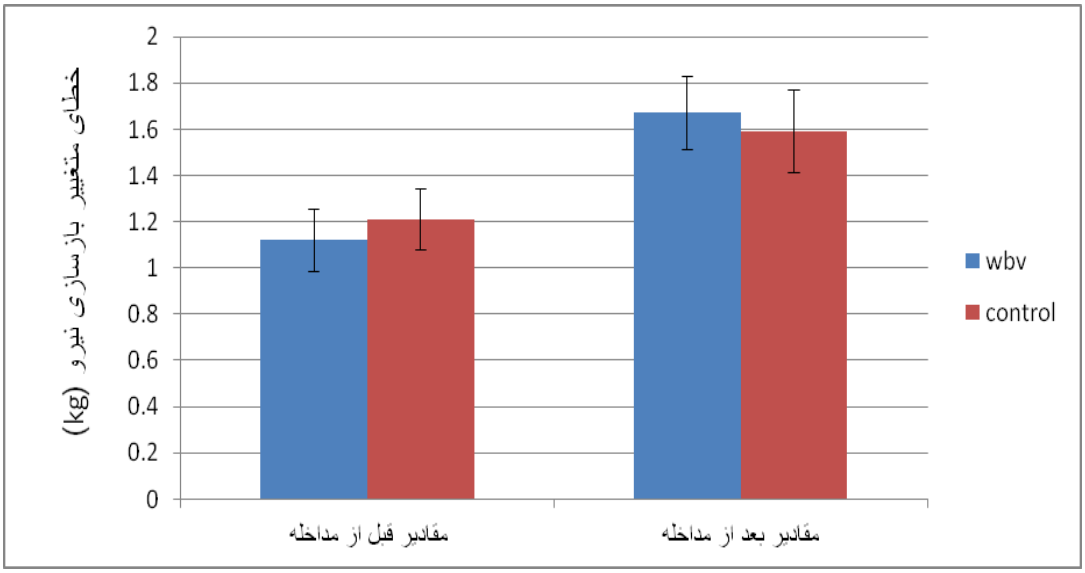


مقایسه نتایج اندازه‌گیری خطای متغیر (VE) بازسازی نیروی هدف به شرح زیر است: میانگین خطای متغیر بازسازی نیرو در گروه WBVقبل از مداخله ۱/۱۰±۰/۱۳ و پس از مداخله معادل ۱/۶۷±۰/۱۶ بود و در گروه کنترل قبل از مداخله ۱/۲۱±۰/۱۳ و پس از مداخله معادل ۱/۵۹±۰/۱۸ بود که در هر دو گروه نشان‌دهنده از افزایش معنادار آن بود (P=۰/۰۰۹)، اما این افزایش خطا بین دو گروه تفاوت معناداری نداشت (P>۰.۰۵) (نمودار ۲).

[14] Interclass correlation

www.SID.ir

نمودار ۲: مقایسه خطای متغیر بازسازی نیروی دو گروه قبل و بعد از مداخله (n=۴۴)



مقایسه نتایج اندازه‌گیری خطای ثابت (CE) بازسازی نیروی هدف به شرح زیر بود: میانگین خطای ثابت بازسازی نیرو در گروه WBVقبل از مداخله ۰/۴۸±۰/۲۸ و پس از مداخله معادل ۱/۰۹±۰/۵۳ بود و در گروه کنترل قبل از مداخله ۰/۹۷±۰/۳۱ و پس از مداخله معادل ۰/۱۳±۰/۵۲- بود که در هر دو گروه و در بین گروه‌ها تفاوت معناداری را نشان نداد (P>۰/۰۵).

از یافته‌های دیگر تحقیق حاضر می‌توان به عدم تفاوت معنادار خطای مطلق، متغیر و ثابت بازسازی نیرو در بین دو جنس مذکر و مونث اشاره کرد (P>۰،۰۵).

بحث

نتایج به دست آمده از تحقیق حاضر نشان داد که گرم کردن با انجام ۵ دوره یک دقیقه‌ای اسکوات دینامیک بر روی دستگاه ویبریشن کل بدن سبب افزایش معنادار خطای مطلق و متغیر بازسازی نیرو شد که تفاوتی بین دو گروه نداشت. همچنین این روش گرم کردن تاثیری بر خطای ثابت در هر گروه و در بین گروه‌ها نداشت.

همان‌طور که ذکر شد از ارتعاش کل بدن به طور روزافزونی برای گرم کردن استفاده میشود. اغلب در ورزش یا گرم کردن غیرفعال تعدادی از فیبرهای نوع II در عضله‌ای که فعالیت می‌کند، به کار گرفته نمی‌شود، ولی درصد زیادی از این نوع فیبرهای عضله در طی تحریک ویبراتوری به دلیل تسهیل هماهنگی عصبی-عضلانی بدون تلاش اضافی یا خستگی به کار گرفته می‌شود.[۹] از مکانیسم‌های مطرح درباره نحوه اثرگذاری ویبریشن، رفلکس ویبریشنی تونیک است که شامل فعال‌سازی دوک‌های عضلانی به واسطه سیگنال‌های عصبی توسط آوران‌های Ia و فعال‌سازی فیبرهای عضلانی توسط نرون‌های بزرگ حرکتی α می‌باشد.[۲۵] پروتکل مورد استفاده در این تحقیق نیز یکی از پروتکل‌های مورد استفاده در گرم کردن با ارتعاش کلی بدن است.[۹،۱۰] مطالعاتی که ارتعاش عمومی بدن را به عنوان روشی برای گرم کردن به کار برده بودند از اسکوات استاتیک، اسکوات دینامیک یا چند وضعیت کششی بر روی دستگاه استفاده کرده‌اند.[۴،۷-۱۰] اسکوات دینامیک سبب افزایش بیشتر فعالیت عضلانی در عضله چهار سر رانی نسبت به اسکوات استاتیک می‌شود که اگر با ارتعاش عمومی بدن همراه شود، افزایش بیشتری در فعالیت الکترومیوگرافی عضله مشاهده می‌گردد.[۴۰] در مطالعه حاضر از ارتعاش عمومی بدن با فرکانس ۳۰ هرتز و آمپلی تود ۴ میلی‌متر استفاده شد که طبق تحقیقات گذشته بیشترین تحریک عصبی و فعالیت عضلانی عضله چهارسر ران را باعث می شود.[۴۰-۴۲] هر چند در مطالعه حاضر میزان خطای مطلق و بازسازی نیرو افزایش معناداری نشان داد، به دلیل اینکه تفاوت معناداری بین دو گروه دارای ویبریشن و بدون ویبریشن وجود نداشت به نظر می‌رسد که ارتعاش عمومی بدن تاثیر قابل توجهی بر دقت بازسازی نیرو نگذاشته است که این امر همسو با برخی از تحقیقات گذشته می‌باشد که اثر ارتعاش کل بدن را بر جزء دیگر حس عمقی یعنی حس

www.SID.ir

Archive of SID

وضعیت مفصل بررسی کرده بودند. به عنوان مثال پارامترهای ویبریشن مورد استفاده در مطالعه Hong و همکاران ۳ دوره ۱ دقیقه‌ای تمرین ویبریشن (۳۰ Hz و ۵ mm) در وضعیت push up بود که هیچ تفاوت معناداری در حس وضعیت مفصل شانه بین گروه‌ها دیده نشد.[۲۸] همچنین Pollock و همکاران اثر ۲ آمپلی تود مختلف ۴ و ۸ میلی‌متر همراه با فرکانس ۳۰ هرتز را در ۵ دوره یک دقیقه‌ای با ۳۰ ثانیه فاصله بینشان بررسی کردند و نتیجه گرفتند که هیچ‌کدام از آمپلی تودها اثری بر حس وضعیت در زانو و مچ پا نداشت.[۳۱] Hannah و همکاران نیز از فرکانس ۳۰ هرتز و آمپلی تود ۴ میلی‌متر در ۵ دوره یک دقیقه‌ای استفاده کردند که در هر دو گروه حس وضعیت زانو تغییری نداشت.[۲۹] البته برخلاف تحقیق حاضر در برخی دیگر از این مطالعات اثرات مثبتی از ارتعاش کل بدن بر حس وضعیت نیز مشاهده شده است [۲۳، ۲۶، ۲۷] به عنوان نمونه Fontana و همکاران از فرکانس ۱۸ Hz و آمپلی تود ۱۰mm یا کمتر به مدت ۵ دقیقه استفاده کردند و دریافتند که حس وضعیت لومبوساکرال بهبود معناداری یافته است[۲۳] و یا فروهیده و همکاران از ویبریشن با فرکانس ۳۰ Hz و آمپلی تود ۲ mm به مدت دو دقیقه در وضعیت push up بهره بردند که حس وضعیت مفصل شانه بهبود معناداری نشان داد.[۲۶] در مطالعه Lee و همکاران، نمونه‌ها به مدت ۵ دقیقه و با فرکانس ۱۸ Hz و آمپلی تود ۶ mm در معرض ویبریشن قرار گرفتند و حس وضعیت تنه آنها بهبود معناداری یافت.[۲۷] از دلایل مطرح شده در بهبود حس عمقی این است که در واقع ویبریشن بر روی گیرنده‌های اکستروسپتیو و پروپریوسپتیو عمل می‌کند. در وضعیت ایستاده ویبریشن نه تنها بر روی عضلات و تاندون‌ها بلکه بر روی ساختارهای مفصلی اثر می‌گذارد. به همین دلیل سبب ایجاد اثرات حسی–حرکتی قویتری از طریق مکانورسپتورهای حس عمقی مفصل می‌گردد. از طرفی رابطه نزدیکی بین فعال شدن مکانورسپتورهای مفصلی و تحریک وابران‌های گاما (سبب حساس شدن دوک‌ها می شود) وجود دارد که منجر به افزایش سفتی عضلانی و ثبات مفصلی می شود که این امر می‌تواند یک فاکتور مهم در فهم چگونگی اثر ارتعاش عمومی بدن در افزایش حس عمقی باشد[۲۳]، اما به دلیل اینکه این اجزای حس عمقی با یکدیگر تفاوت‌هایی دارند، نمی‌توان کاملاً آنها را مورد قیاس با یکدیگر قرار داد.[۳۳]

همان‌طور که مشاهده می شود در هر دو طیف از نتیجه‌ها از فرکانس‌ها، آمپلی تودها و زمان‌های متفاوتی استفاده شده است. نتایج ضد و نقیض حاصل از مطالعات WBV می‌تواند تا حدودی ناشی از تفاوت در تنظیمات دستگاه (فرکانس و دامنه)، وضعیت فرد در هنگام اعمال ارتعاش و مدت زمان اعمال ارتعاش باشد. در واقع یکی از مسائلی که باید در بیان اثرات WBV در نظر داشت، اشاره دقیق به دوز اعمال آن می‌باشد. بدیهی است که همانند هر مدالیتی دیگری دوزهای درمانی متفاوت می‌تواند اثرات کلینیکی متفاوتی داشته باشد. از طرف دیگر تفاوت‌های موجود در جامعه آماری مورد بررسی همانند سن، جنس، اندام غالب و فعالیت فیزیکی می‌تواند تاثیرگذار باشد.

با توجه به اینکه طبق تحقیقات حاضر بررسی اثر ارتعاش کل بدن بر روی دقت بازسازی نیرو برای اولین بار انجام شده است، نیاز به تحقیقات بیشتری با فرکانس‌ها، آمپلی تودها و روش های تمرینی دیگر برای روشن شدن علل آن در مطالعات آتی احساس می¬شود.

اکثر محققان بازسازی نیرو را در یک زاویه بررسی کرده‌اند، زیرا ممکن است توانایی بازسازی نیرو و تنشن عضلانی در طول‌های مختلف عضله متفاوت باشد. در مطالعه حاضر از ۵۰ درصد MVC عضله اکستانسور زانو استفاده گردید، زیرا مطالعات گذشته ذکر کرده‌اند که استفاده از ۵۰ درصد MVC به عنوان زاویه هدف موجب ایجاد خطای کمتری در بازسازی نیرو می‌شود.[۱۶] همچنین بررسی بازسازی نیرو در زاویه ۶۰ فلکشن زانو انجام گرفت، زیرا طبق مطالعات، بیشترین فعالیت‌های روزانه افراد در زاویه بین ۲۰ تا ۶۰ درجه انجام می‌گیرد و علاوه بر این موضوع، نشان داده شده که نقش دوک‌های عضلانی و اندام وتری گلژی در حس عمقی زانو در دامنه میانی فلکشن زانو بیشترین است و در دامنه‌های انتهایی، گیرنده‌های غیرانقباضی بیشترین نقش را در حس عمقی دارند.[۱۷، ۳۴]

در مطالعه حاضر از اسکوات دینامیک استفاده شد که در آن عضله اکستانسور زانو به طور پی‌درپی انقباض اکسنتریک و کانسنتریک داشت. Brockett و همکاران دلیل افزایش خطای دقت بازسازی نیرو در تمرینات اکسنتریک را به دلیل آسیب فیبرهای عضلانی و آزاد شدن یون‌های کلسیم و چسبندگی فیبرها به علت تمرینات عنوان نمودند و ذکر کردند همین امر منجر به اختلال اندام‌های وتری گلژی می‌شود و ناشی از یک مکانیسم مرکزی نیست.[۴۳] در این مطالعه میزان خطای مطلق و متغیر در هر گروه افزایش معناداری یافت، اما میزان این خطا بین گروه‌ها تفاوت معناداری نداشت. در خطای ثابت اگر نیروی برآورد شده بیش از نیروی هدف باشد، میزان خطا، علامت مثبت[۱۵] و در صورت کمتر بودن آن علامت منفی[۱۶] خواهد بود. در هر گروه از مطالعه حاضر، افراد بدون تغییر معناداری در جهت خطا نسبت به قبل از گرم کردن هدف را بازسازی کردند. این درحالی بود که خطای مطلق که دقت کلی عملکرد را اندازه می‌گیرد و خطای فرد در برآورد نیروی هدف بدون توجه به جهت خطا می‌باشد و خطای متغیر که یکنواختی در نیروهای تخمین زده شده را اندازه می‌گیرد، در هر گروه افزایش معناداری یافت. از طرفی دیگر با توجه به افزایش معنادار خطا مطلق و متغیر بازسازی نیرو در هر گروه و با عنایت به اینکه چه دستگاه

[۱۵] Overshooting
[۱۶] Undershooting

www.SID.ir

Archive of SID

ارتعاش کل بدن روشن باشد یا خاموش تفاوت معناداری در افزایش خطا در دو گروه نداشت این احتمال وجود دارد که استفاده از ۵ دوره یک دقیقه‌ای اسکوات دینامک سبب خستگی افراد و افزایش خطا در بازسازی نیرو شده است. Proske و همکاران تاثیر خستگی ناشی از ۵۰ انقباض اکسنتریک را بر روی حس بازسازی نیروی بررسی کردند. این تمرین باعث افت ۴۰ درصدی در توان حداکثر تولید نیرو شد. آنها نشان دادند که حس تلاش به همراه عوامل دیگری از قبیل کوفتگی تاخیری عضله[۱۷] (DOMS) سبب افزایش میزان خطا افزایش می شود.[۴۴] خلخالی و همکاران نیز خطای دقت بازسازی نیرو را در عضلات اکستانسور آرنج قبل و بعد از خستگی موضعی و عمومی بررسی کردند که در هردو مورد دقت بازسازی نیرو کاهش یافت.[۳۶]

در اکثر این مطالعات تاثیر خستگی موضعی عضلانی بر حس نیرو و در یک مطالعه اثر خستگی عمومی بر این جزء بررسی شده بود که در همه آنها خستگی باعث افزایش خطای بازسازی نیرو شده بود که علت آن غالباً به تأثیر اجزاء مرکزی بر حس نیرو به عنوان حس تلاش و تاثیر خستگی بر این جزء ذکر شده بود، ولی برخی مطالعات دیگر اثر DOMS و آسیب فیبرهای عضلانی و مکانیسم‌های محیطی را علت افزایش خطا بعد از خستگی دانسته‌اند. در مطالعه حاضر الکترومیوگرافی عضلانی ثبت نشد که مشخص شود که آیا خستگی در نتایج ما نقش داشته است یا خیر که بتوان نتایج این مطالعات را به مطالعه حاضر تعمیم داد.

باید توجه داشت که حس بازسازی نیرو دارای دو جزء حس تنشن و حس تلاش[۱۸] می‌باشد.[۴۵] مکانیسم احتمالی قضاوت درباره بزرگی نیروی عضله عبارت است از: درک مرکزی نیرو که بر اساس تخلیه جانبی[۱۹] و به دنبال ارسال رونوشت پیام‌های حرکتی[۲۰] از قشر حرکتی به قشر حسی صورت می‌گیرد و مکانیسم محیطی که در آن درک نیرو بر اساس اطلاعات محیطی ارسال شده از گیرنده های مکانیکی داخل عضلانی به خصوص اندام وتری گلژی (GTO) انجام می‌گیرد.[۴۶] Luu و همکاران در تحقیقشان متوجه شدند که حس سنگینی یا نیروی اعمال شده به وسیله عضله ما که عموماً تصور بر این است که عمدتاً به صورت مرکزی درک می‌شود، توسط سیگنال‌های محیطی و به طور عمده دوک‌های عضلانی ایجاد می‌شود.[۴۷] در واقع هر دو مکانیسم فوق در درک نیرو سهیم هستند به طوری که برای درک نیروی داخل عضلانی، مغز پیام‌های حسی محیطی و دشارژهای جانبی پیام‌های حرکتی در سیستم عصبی مرکزی را مقایسه می‌کند. در انقباض طبیعی عضلانی، بین دو منبع اطلاعاتی فوق انطباق قابل قبولی وجود دارد و هر گونه عدم تطابق بین فیدبک‌های محیطی و رونوشت پیام‌های حرکتی منجر به حس نیروی متفاوت و افزایش خطای فرد می‌شود.[۴۶] منشأ دقیق خطای متغیر در طی بازسازی نیرو ناشناخته است، اما ممکن است وابسته به وضعیت عضله، حساس شدن نرون‌های حرکتی و یا تغییرات در فیبرهای عصبی وابران از سیستم عصبی مرکزی باشد. البته احتمالاً آوران های حس عمقی از اندام وتری گلژی و گیرنده‌های عضلانی برای تنظیم نیروی زیر حداکثری عضله در طی فعالیت‌های مختلف لازم هستند و خطای متغیر زیاد در بیماران نروپاتی حسی این فرضیه را تأیید می‌کند.[۱۷]

در برخی مطالعات گذشته راجع به اثر ارتعاش عمومی بدن بر سایر اجزای حس عمقی یا اثری دیده نشد یا اثرات مثبتی دیده شد که در مطالعه حاضر نمی‌توان نظر قطعی در این‌باره داد، زیرا بین دو گروه از نظر میزان افزایش خطا تفاوت معناداری وجود نداشت. البته باید به این نکته توجه کرد که نتیجه ارزیابی حس عمقی به وسیله تست بازسازی وضعیت، تست کینستزیا و یا تست بازسازی نیرو می‌تواند در یک فرد هم متفاوت باشد. در یک کار تحقیقاتی li و همکاران هر سه روش ارزیابی حس عمقی را در زانوی غالب ۳۰ مرد جوان سالم بررسی کردند و متوجه شدند که هیچ ارتباط معناداری بین این سه روش وجود ندارد و نتایج هر روش تنها یک جنبه حس عمقی را مشخص می‌کند.[۴۸]

طبق بررسی‌های حاضر اینکه کدام جزء حس عمقی در چه نوع از ورزش‌های استقامتی، سرعتی و یا قدرتی بیشتر تاثیر دارد، مشخص نیست که بتوان پروتکل‌های دقیق‌تری از تمرینات با ارتعاش عمومی بدن را برای آن جزء از حس عمقی طراحی کرد یا به دلیل آسیب به آن جزء حس عمقی از این دستگاه استفاده ننمود. در طی طراحی برنامه‌های گرم کردن باید به اثرات منفی احتمالی بر روی عملکرد افراد نیز توجه داشت، زیرا تجویز برنامه گرم کردن نامناسب برای یک ورزش خاص یا برای یک گروه از افراد با شرایط بدنی خاص می‌تواند آسیب‌زا باشد. طبق مطالعه حاضر نیاز به بررسی دقیق‌تر و گسترده‌تر در زمینه حس عمقی احساس می شود، زیرا مطالعات گذشته نشان داده است که حس عمقی مختل‌شده می‌تواند در کوتاه‌مدت اثر بدی بر روی کنترل حرکتی فیدبکی و Feedforward و همچنین تنظیم سفتی عضلانی داشته باشد که این امر ممکن است دلیل مشاهده علائم بالینی از قبیل اختلال تعادل باشد. همچنین ممکن است توضیحی برای دیسفانکشن‌های حسی–حرکتی باشد که این دیسفانکشن‌ها شامل کاهش تحریک نرون‌های حرکتی آلفا، اختلال رفلکس‌های ثبات‌بخش مفصلی، افزایش نوسان پاسچرال در کارهای تعادلی و افزایش خطا در حرکات سریع بینایی می‌باشد.[۴۹] بنابر این بایستی یک نگاه کلی‌نگر

[17] Delay Onset Muscle Soreness
[18] Sense of Effort
[19] Corollary Discharge
[20] Efferent Copy

www.SID.ir

Archive of SID

در تجویز پروتکل بهینه گرم کردن مد نظر قرار گیرد و همه جنبه‌هایی که در عملکرد بعد از گرم کردن ورزشکاران نقش دارند در تعیین پروتکل مناسب لحاظ شود.

از محدویت‌های این کار بررسی اثر آنی ویبریشن بود که دلیل آن نبودن تحقیق مشابه درباره تاثیر آن بود و ممکن است در بررسی‌های طولانی‌مدت‌تر و با ایجاد تطابق‌های عصبی نتیجه متفاوتی حاصل شود. از طرفی دیگر بهتر بود که فعالیت الکترومیوگرافی عضله چهار سر رانی ثبت می‌شد که میزان خستگی احتمالی بررسی می‌گشت که می‌توانست دلایل افزایش خطا در مطالعه حاضر را نیز روشن‌تر کند. همچنین بهتر است پارامترهای مختلف ویبریشن و روش های دیگر گرم کردن نیز مورد بررسی قرار گیرد.

نتیجه‌گیری

به نظر می‌رسد که اثرات آنی این روش گرم کردن می‌تواند سبب کاهش دقت حس نیرو شود که می‌تواند به دلیل خستگی ناشی از انجام پنج دوره یک دقیقه‌ای اسکوات دینامیک و متعاقباً عدم تطابق مکانیسم‌های محیطی و مرکزی درک حس نیرو و یا تغییرات فیزیولوژیکی در سطح عضله باشد. افزایش خطای بازسازی نیرو بعد از استفاده از این روش گرم کردن ممکن است سبب افزایش احتمال آسیب‌دیدگی در تمرینات ورزشی شود. بنابر این توجه به روش و دوز مناسب تمرین و دید همه جانبه در طراحی برنامه‌های گرم کردن اهمیت بیشتری پیدا می‌کند.

قدردانی و تشکر

مقاله حاضر بر اساس پایان‌نامه مقطع کارشناسی ارشد رشته فیزیوتراپی آقای جواد احمدی، به راهنمایی سرکار خانم دکتر صدیقه‌السادات نعیمی می‌باشد. بدین‌وسیله از تمام کسانی که در طراحی، اجرا و اتمام مطالعه حاضر همکاری داشته‌اند، تقدیر به عمل می‌آید.

منابع

1. Murphy D, Connolly D, Beynnon B. Risk factors for lower extremity injury: a review of the literature. British Journal of Sports Medicine. 2003;37(1):13-29.
2. Hübscher M, Zech A, Pfeifer K, Hänsel F, Vogt L, Banzer W. Neuromuscular training for sports injury prevention: a systematic review. Medicine and science in sports and exercise. 2010;42(3):413-21.
3. Engebretsen AH, Myklebust G, Holme I, Engebretsen L, Bahr R. Intrinsic risk factors for acute knee injuries among male football players: a prospective cohort study. Scandinavian journal of medicine & science in sports. 2011;21(5):645-52.
4. Bunker DJ, Rhea MR, Simons T, Marin PJ. The use of whole-body vibration as a golf warm-up. The Journal of Strength & Conditioning Research. 2011;25(2):293-7.
5. Neiva HP, Marques MC, Barbosa TM, Izquierdo M, Marinho DA. Warm-Up and Performance in Competitive Swimming. Sports Medicine. 2014;44(3):319-30.
6. Woods K, Bishop P, Jones E. Warm-up and stretching in the prevention of muscular injury. Sports medicine (Auckland, NZ). 2007;37(12):1089-99.
7. Kelly SB, Alvar BA, Black LE, Dodd DJ, Carothers KF, Brown LE. The effect of warm-up with whole-body vibration vs. cycle ergometry on isokinetic dynamometry. The Journal of Strength & Conditioning Research. 2010;24(11):3140-3.
8. Dabbs NC, Brown LE, Coburn JW, Lynn SK, Biagini MS, Tran TT. Effect of whole-body vibration warm-up on bat speed in women softball players. The Journal of Strength & Conditioning Research. 2010;24(9):2296-9.
9. Avelar NC, Costa SJ, da Fonseca SF, Tossige-Gomes R, Gripp FJ, Coimbra CC, et al. The effects of passive warm-up vs. Whole-body vibration on high-intensity performance during sprint cycle exercise. The Journal of Strength & Conditioning Research. 2012;26(11):2997-3003.
10. Cochrane DJ, Stannard SR, Sargeant AJ, Rittweger J. The rate of muscle temperature increase during acute whole-body vibration exercise. European journal of applied physiology. 2008;103(4):441-8.
11. Cormie P, Deane RS, Triplett NT, McBride JM. Acute effects of whole-body vibration on muscle activity, strength, and power. The Journal of Strength & Conditioning Research. 2006;20(2):257-61.
12. Tsuji T, Kitano N, Tsunoda K, Himori E, Okura T, Tanaka K. Short-term Effects of Whole-Body Vibration on Functional Mobility and Flexibility in Healthy, Older Adults: A Randomized Crossover Study. Journal of Geriatric Physical Therapy. 2014;37(2):58-64.
13. Wilson JL. A comparison of the effects of static stretching with and without whole body vibration on hip flexion range of motion in college age males. 2014.
14. Mandelbaum BR, Silvers HJ, Watanabe DS, Knarr JF, Thomas SD, Griffin LY, et al. Effectiveness of a Neuromuscular and Proprioceptive Training Program in Preventing Anterior Cruciate Ligament Injuries in Female Athletes 2-Year Follow-up. The American journal of sports medicine. 2005;33(7):1003-10.

www.SID.ir

Archive of SID

15. Riemann BL, Lephart SM. The sensorimotor system, part I: the physiologic basis of functional joint stability. Journal of athletic training. 2002;37(1):71.
16. Dover G, Powers ME. Reliability of joint position sense and force-reproduction measures during internal and external rotation of the shoulder. Journal of athletic training. 2003;38(4):304.
17. Salahzadeh Z, Maroufi N, Salavati M, Aslezaker F, Morteza N, Rezaei Hachesu P. Proprioception in Subjects with Patellofemoral Pain Syndrome: Using the Sense of Force Accuracy. Journal of Musculoskeletal Pain. 2013;21(4):341-9.
18. Griffin LY, Agel J, Albohm MJ, Arendt EA, Dick RW, Garrett WE, et al. Noncontact anterior cruciate ligament injuries: risk factors and prevention strategies. Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons. 2000;8(3):141-50.
19. Docherty CL, Arnold BL, Zinder SM, Granata K, Gansneder BM. Relationship between two proprioceptive measures and stiffness at the ankle. Journal of Electromyography and Kinesiology. 2004;14(3):317-24.
20. Bartlett M, Warren P. Effect of warming up on knee proprioception before sporting activity. British journal of sports medicine. 2002;36(2):132-4.
21. Subasi SS, Gelecek N, Aksakoglu G. Effects of different warm-up periods on knee proprioception and balance in healthy young individuals. Journal of Sport Rehabilitation. 2008;17(2):186.
22. Daneshjoo A, Mokhtar AH, Rahnama N, Yusof A. The effects of comprehensive warm-up programs on proprioception, static and dynamic balance on male soccer players. PloS one. 2012;7(12):e51568.
23. Fontana TL, Richardson CA, Stanton WR. The effect of weightbearing exercise with low frequency, whole body vibration on lumbosacral proprioception: A pilot study on normal subjects. Australian Journal of Physiotherapy. 2005;51(4):259-63.
24. Li L, Lamis F, Wilson SE. Whole-body vibration alters proprioception in the trunk. International Journal of Industrial Ergonomics. 2008;38(9):792-800.
25. Trans T, Aaboe J, Henriksen M, Christensen R, Bliddal H, Lund H. Effect of whole body vibration exercise on muscle strength and proprioception in females with knee osteoarthritis. The Knee. 2009;16(4):256-61.
26. Forouhideh F, Naeimi S, Khademi Kalantari K, Rahimi A, Farhadi A. the short term effects of one-session of whole body vibration training on isokinetic strength of rotator cuff and sholder proprioception in yaung healty subjects. Scientific Journal of Kurdistan University of Medical Sciences. 2011;15:52-64.
27. Lee TY, Chow DH. Effects of whole body vibration on spinal proprioception in normal individuals. Conference proceedings : Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society IEEE Engineering in Medicine and Biology Society Annual Conference. 2013;2013:4989-92.
28. Hong J, Velez MT, Moland AM, Sullivan JA. Acute effects of whole body vibration on shoulder muscular strength and joint position sense. Journal of human kinetics. 2010;25(1):17-25.
29. Hannah R, Minshull C, Folland J. Whole-body vibration does not influence knee joint neuromuscular function or proprioception. Scandinavian journal of medicine & science in sports. 2011;23(1):96-104.
30. Fu CL, Yung SH, Law KY, Leung KH, Lui PY, Siu HK, et al. The effect of early whole-body vibration therapy on neuromuscular control after anterior cruciate ligament reconstruction: a randomized controlled trial. Am J Sports Med. 2013;41(4):804-14.
31. Pollock RD, Provan S, Martin FC, Newham DJ. The effects of whole body vibration on balance, joint position sense and cutaneous sensation. European journal of applied physiology. 2011;111(12):3069-77.
32. Jones A, Gordon S, Sealey R. The effect of a single session of whole body vibration on mobility, lower limb joint position sense and balance of community dwelling older adults. The Internet Journal of Allied Health Sciences and Practice. 2013;11(3.(
33. Kim C-Y, Choi J-D, Kim H-D. No correlation between joint position sense and force sense for measuring ankle proprioception in subjects with healthy and functional ankle instability. Clinical Biomechanics. 2014;29(9):977-83.
34. Thomeé R, Augustsson J, Karlsson J. Patellofemoral pain syndrome. Sports medicine. 1999;28(4):245-62.
35. Simon J, Garcia W, Docherty CL. The effect of kinesio tape on force sense in people with functional ankle instability. Clinical Journal of Sport Medicine. 2014;24(4):289-94.
36. Khalkhali M, Bazrafkan M, Kalantari KK, Rezasoltani A. A Comparative Study of the Effect of Local and General Fatigue on Sense of Force in Healthy Young Men. Rehabilitation Medicine. 2013;1(3.(
37. Jones LA, Hunter IW. Force sensation in isometric contractions: a relative force effect. Brain research. 1982;244(1):186-9.
38. Chang H-Y, Wang C-H, Chou K-Y, Cheng S-C. Could forearm Kinesio Taping improve strength, force sense, and pain in baseball pitchers with medial epicondylitis? Clinical Journal of Sport Medicine. 2012;22(4):327-33.
39. Rosner B, Willett W. Interval estimates for correlation coefficients corrected for within-person variation: implications for study design and hypothesis testing. American journal of epidemiology. 1988;127(2):377-86.

www.SID.ir

Archive of SID

40. Hazell TJ, Jakobi JM, Kenno KA. The effects of whole-body vibration on upper-and lower-body EMG during static and dynamic contractions. Applied physiology, nutrition, and metabolism. 2007;32(6):1156-63.
41. Marín PJ, Bunker D, Rhea MR, Ayllón FN. Neuromuscular activity during whole-body vibration of different amplitudes and footwear conditions: implications for prescription of vibratory stimulation. The Journal of Strength & Conditioning Research. 2009;23(8):2311-6.
42. Cardinale M, Lim J. Electromyography activity of vastus lateralis muscle during whole-body vibrations of different frequencies. The Journal of Strength & Conditioning Research. 2003;17(3):621-4.
43. Brockett C, Warren N, Gregory J, Morgan D, Proske U. A comparison of the effects of concentric versus eccentric exercise on force and position sense at the human elbow joint. Brain research. 1997;771(2):251-8.
44. Proske U, Gregory J, Morgan D, Percival P, Weerakkody N, Canny B. Force matching errors following eccentric exercise. Human movement science. 2004;23(3):365-78.
45. Vuillerme N, Boisgontier M. Muscle fatigue degrades force sense at the ankle joint. Gait & posture. 2008;28(3):521-4.
46. Salah-Zadeh Z, Salavati M, Maroufi N, Sanjari MA, Goharpey S. Comparison of Static Force Sense of Knee Extension between Women with Patellofemoral Pain Syndrome and Healthy Women. Quarterly Journal of Rehabilitation. 2008;8(4):66-71.
47. Luu BL, Day BL, Cole JD, Fitzpatrick RC. The fusimotor and reafferent origin of the sense of force and weight. The Journal of physiology. 2011;589(13):3135-47.
48. Li L, Ji Z-Q, Li Y-X, Liu W-T. Correlation study of knee joint proprioception test results using common test methods. Journal of physical therapy science. 2016;28(2):478.
49. Röijezon U, Clark NC, Treleaven J. Proprioception in musculoskeletal rehabilitation. Part 1: Basic science and principles of assessment and clinical interventions. Manual therapy. 2015;20(3):368-77.

www.SID.ir