DOI: 10.48305/jrrs.2023.42112.1066 Published by Vesnu Publications

تأثیر رویکرد کنترل حرکتی با و بدون ویبریشن کل بدن بر درد و تعادل ایستا و پویای پرستاران دارای کمردرد مزمن غیر اختصاصی: کارآزمایی بالینی تصادفی

راضیه کریمی[۱]، سید صدرالدین شجاع‌الدین[۲]، رغد معمار[۳]

مقاله پژوهشی

چکیده

مقدمه: یکی از شایع‌ترین اختلالات اسکلتی- عضلانی در میان پرستاران، کمردرد غیر اختصاصی (Non-specific low back pain یا NLBP) می‌باشد که می‌تواند هزینه‌های زیادی را بر جوامع تحمیل نماید. پژوهش حاضر با هدف بررسی تأثیر رویکرد کنترل حرکتی با و بدون ویبریشن کل بدن (WBV یا Whole-body vibration)، بر درد و تعادل ایستا و پویای پرستاران دارای NLBP انجام شد.

مواد و روش‌ها: نمونه‌ها شامل ۷۵ پرستار زن دارای NLBP و با سابقه درد بیش از سه ماه بود که به طور تصادفی در سه گروه ترکیبی (تمرینات کنترل حرکتی با WBV)، تمرینات کنترل حرکتی و شاهد تقسیم شدند. شدت درد به کمک مقیاس دیداری درد (Visual analog scale یا VAS) و تعادل ایستا و پویا نیز با استفاده از دستگاه تعادل‌سنج بایودکس اندازه‌گیری گردید. آزمون‌ها قبل و پس از هشت هفته انجام شد. آزمون Shapiro-Wilk جهت بررسی تبعیت داده‌ها از توزیع نرمال مورد استفاده قرار گرفت؛ در صورت تبعیت کردن یا نکردن توزیع، به ترتیب از آزمون‌های پارامتریک ANOVA و غیر پارامتریک Kruskal-Wallis استفاده گردید.

یافته‌ها: در شدت درد و تعادل ایستا و پویا، تفاوت معنی‌داری بین گروه‌های ترکیبی و تمرینات کنترل حرکتی نسبت به گروه شاهد وجود داشت ($P < ۰/۰۰۱$)، اما بین دو گروه ترکیبی و تمرینات کنترل حرکتی تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد ($P > ۰/۰۵۰$).

نتیجه‌گیری: به نظر می‌رسد تمرین موجب بهبود علایم NLBP در پرستاران گردید و هر دو رویکرد ورزشی به یک اندازه مؤثر بود.

کلید واژه‌ها: کمردرد مزمن غیر اختصاصی؛ درد؛ تعادل؛ پرستار

ارجاع: کریمی راضیه، شجاع‌الدین سید صدرالدین، معمار رغد. **تأثیر رویکرد کنترل حرکتی با و بدون ویبریشن کل بدن بر درد و تعادل ایستا و پویای پرستاران دارای کمردرد مزمن غیر اختصاصی: کارآزمایی بالینی تصادفی.** پژوهش در علوم توانبخشی ۱۴۰۲؛ ۱۹.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۱/۱۰ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۲/۲۰ تاریخ چاپ: ۱۴۰۲/۱/۱۵

مقدمه

به کمردرد بدون علت مشخص (تغییرات تخریبی، شرایط التهابی، عوامل عفونی، بیماری‌های متابولیک استخوانی، درد با منشأ روانی، تروما و اختلالات مادرزادی) کمردرد غیر اختصاصی (Non-specific low back pain یا NLBP) گفته می‌شود که بر اساس مدت درد و علایم مرتبط با آن، به سه نوع حاد (۶ هفته)، تحت حاد (۶ تا ۱۲ هفته) و مزمن (بیش از ۱۲ هفته) طبقه‌بندی می‌گردد (۱). NLBP رایج‌ترین اختلال اسکلتی- عضلانی می‌باشد که سالانه افراد زیادی در گروه‌های شغلی مختلف به آن مبتلا می‌شوند (۲). یکی از بزرگ‌ترین گروه‌هایی که در معرض خطر ابتلا به این نوع کمردرد مربوط به کار قرار می‌گیرند، پرستاران هستند. این اختلال به دلیل انجام وظایف سنگین خاص مانند بلند کردن بیماران از تخت، و اعمال نیروهای برشی بر مهره‌های ستون فقرات کمری ایجاد می‌شود (۳). سالانه ۷۰-۳۰ درصد از پرستاران ایرانی به اختلالات اسکلتی- عضلانی مانند کمردرد مبتلا می‌گردند (۴). شیوع کمردرد در میان کادر درمان در دوران پاندمی کووید ۱۹، ۷۰/۹ درصد گزارش شد (۵). شیوع کمردرد

۱- دانشجوی دکتری تخصصی حرکات اصلاحی و آسیب‌شناسی ورزشی، گروه بیومکانیک و آسیب‌شناسی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران
۲- دانشیار، گروه بیومکانیک و آسیب‌شناسی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران
۳- استادیار، گروه بیومکانیک و آسیب‌شناسی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران
نویسنده مسؤول: سید صدرالدین شجاع‌الدین؛ دانشیار، گروه بیومکانیک و آسیب‌شناسی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران
Email: shojaeddin@khu.ac.ir

Proof version

در زنان نسبت به مردان بیشتر است که این میزان به عواملی مانند تغییرات هورمونی در طول قاعدگی، تغییرات مرتبط با دوران بارداری و تفاوت‌های آناتومیکی نسبت داده شده است (۶).

کمردرد مزمن می‌تواند تأثیر منفی بر جنبه‌های مختلف زندگی فرد داشته باشد؛ چرا که با سیگنال‌های درد ارسال شده به کورتکس حرکتی و نخاع تداخل می‌کند و منجر به افزایش مهار پیش‌سیناپسی آوران‌های عضلانی و کاهش بازخورد عضلانی و در نتیجه، کاهش کنترل عضلات در قسمت پایین کمر و طولانی شدن تأخیرها می‌شود (۷). بنابراین، کمردرد می‌تواند منجر به کاهش تعادل و حس عمقی ناحیه کمر گردد (۸). تغییر فعالیت الکتریکی عضلات نیز می‌تواند بر شاخص‌هایی مانند چابکی (Agility)، هماهنگی (Coordination)، کنترل وضعیتی (Postural control)، تعادل (Balance)، ظرفیت حس عمقی (Proprioceptive capacity)، قدرت (Strength) و استقامت عضلانی (Endurance) تأثیرگذار باشد (۹). بنابراین، با توجه به تأثیر کمردرد مزمن بر هزینه‌های اقتصادی- اجتماعی، راهکارهای درمانی می‌تواند نقش قابل توجهی در بهبود کمردرد و بازگرداندن سلامتی افراد، کاهش هزینه‌های درمان در سطح کلان و افزایش بازدهی نیروی انسانی ایفا نماید (۱۰).

از متداول‌ترین رویکردهای تمرین درمانی دردهای اسکلتی- عضلانی به ویژه کمردرد، رویکرد کنترل حرکتی (Motor-control approach) (۱۲، ۱۱) بر اساس رویکرد یادگیری حرکتی (Motor-learning approach) می‌باشد (۱۳) که ویژگی‌های پاسچر تنه، حرکت و فعال‌سازی عضلات (Muscle activation) مرتبط با علایم را مورد توجه قرار می‌دهد. در این رویکرد، بر عضلات ناحیه مرکزی تنه شامل رکتوس ابدومینوس از جلو، اینترنال و اکسترنال ابلیک از طرفین، ارکتور اسپاین و مولتی فیدوس و کوآدراتوس لومباروم از پشت، دیافراگم از بالا و ایلیوسواس از پایین تمرکز می‌شود و تغییرات مفیدی مانند بهبود کنترل عصبی- عضلانی (Neuromuscular)، قدرت و استقامت عضلات را ایجاد می‌کند (۱۴). این نوع تمرین با یا بدون ترکیب با رویکردهای دیگر، می‌تواند درد و ناتوانی را تا حد قابل توجهی بهبود بخشد و از ابتلای مجدد بیمار به کمردرد مزمن پیشگیری کند (۱۵). با پیشرفت تکنولوژی و در دسترس بودن تجهیزات جدید پزشکی- ورزشی در سال‌های اخیر، رویکردهای تمرینی متفاوتی مورد توجه قرار گرفته است (۱۶).

رویکرد ویبریشن کل بدن (Whole-body vibration یا WBV) با ایستادن بر روی یک صفحه که به صورت عمودی- سینوسی یا جانبی با فرکانس از پیش تعیین شده (از صفر تا ۴۵ هرتز) و دامنه جابه‌جایی مشخص (از صفر تا ۱۲ میلی‌متر) نوسان دارد، تعریف می‌گردد (۱۷). ارتعاش (Vibration) با هدف تسکین درد و افزایش عملکرد جهت درمان برخی از اختلالات اسکلتی- عضلانی و همچنین، به عنوان بخشی از برنامه‌های توان‌بخشی بیماران مورد توجه قرار گرفته است (۱۸). چندین فرضیه برای توضیح مکانیسم‌های درمانی این رویکرد ارایه شده است. به عنوان مثال، در فرضیه «رفلکس ارتعاش تونیک» (Tonic vibration reflex) (۱۹)، گفته می‌شود که تأثیر ویبریشن از طریق فعال کردن دوک‌های عضلانی (Muscle spindles)، تحریک نورون‌های حرکتی آلفا و در نهایت تماس با فیبرهای عضلانی خارج دوکی می‌باشد (۱۸). این مسأله احتمالاً با ایجاد پاسخ رفلکس کششی عضلات تنه، می‌تواند به فعال شدن عضلات در بیماران مبتلا به کمردرد مزمن کمک کند. علاوه بر این، کمردرد گاهی با اسپاسم عضلانی پاراورتبرال همراه است و WBV در فرکانس‌های کمتر از ۲۰ هرتز می‌تواند با کاهش اسپاسم به کاهش کمردرد کمک کند (۲۰، ۱۸).

مواجهه با ارتعاشات شغلی (به عنوان در رانندگان وسایل نقلیه سنگین) می‌تواند منجر به کمردرد، بروز سندرم درد سیاتیک و صدمات به ستون فقرات شود (۲۱)؛ چرا که کنترلی بر شدت، دامنه، مدت و فرکانس این نوع از ارتعاشات وجود ندارد (۲۲). از طرف دیگر، به نظر می‌رسد ارتعاشات ناشی از دستگاه WBV می‌تواند به کاهش درد و بهبود عملکرد عضله کمک کند؛ چرا که فرکانس، مدت، دامنه و شدت ارتعاش کنترل شده است (۲۳). امید می‌رود اثربخشی WBV به تنهایی یا در ترکیب با رویکردهای دیگر بهبود تعادل و حس عمقی در بیماران مبتلا به کمردرد مزمن قابل توجه باشد (۲۴). هرچند در حال حاضر به دلیل ناهمگونی نتایج مطالعات موجود و عدم وجود کارآزمایی‌های بالینی کافی، نمی‌توان نتیجه‌گیری قطعی کرد. بنابراین، با وجود تحقیقات انجام شده (۲۴-۲۱)، هنوز پژوهشی تأثیر تلفیق دو رویکرد کنترل حرکتی (به عنوان رویکرد متداول) و WBV (به عنوان رویکرد نوین) را با هم بر میزان درد و تعادل در افراد با کمردرد مزمن غیر اختصاصی بررسی نکرده است. بنابراین، مطالعه حاضر به دنبال پاسخگویی به این پرسش بود که آیا تفاوتی بین تأثیر رویکرد کنترل حرکتی با و بدون WBV بر درد و تعادل پرستاران دارای کمردرد مزمن غیر اختصاصی وجود دارد؟

مواد و روش‌ها

مراحل تحقیق پیش از شروع به تأیید کمیته اخلاق در پژوهش پژوهشگاه تربیت بدنی و علوم ورزشی رسید و در سامانه کارآزمایی‌های بالینی ایران ثبت شد. پژوهش حاضر دارای سه گروه شامل گروه شاهد (بدون مداخله) (البته پس از اتمام کار، توصیه شد برای درمان در جلسات درمانی که برای آن‌ها در نظر گرفته شده بود، شرکت نمایند)، گروه تمرینات کنترل حرکتی و گروه تمرینات ترکیبی (تمرینات کنترل حرکتی به همراه WBV) بود. فراخوانی افراد به مطالعه از طریق هماهنگی با رؤسای بیمارستان‌های شهر تهران از دی سال ۱۴۰۱ آغاز شد و ثبت اطلاعات در خرداد و تیر سال ۱۴۰۲، در پژوهشگاه تربیت بدنی تهران، آزمایشگاه اصلاحی دانشگاه خوارزمی، مرکز توان‌بخشی موفقیان و باشگاه ورزشی سپهر نوین صورت گرفت. نمونه‌ها به روش هدفمند انتخاب شدند. جامعه آماری را پرستاران زن مبتلا به کمردرد مزمن غیر اختصاصی شهر تهران که سابقه درد بیش از سه ماه داشتند، تشکیل داد. شرکت‌کنندگان با استفاده از نرم‌افزار G*Power نسخه 3.1.9.7 (G*Power 3.1.9.7 freeware, University of Düsseldorf, Düsseldorf, Germany) با توان ۰/۸ و اندازه اثر متوسط بر اساس مطالعه پیشین (۲۵) و سطح معنی‌داری ۰/۰۵ و در نظر گرفتن نرخ ریزش ۱۰ درصد و بر اساس معیارهای ورود و خروج، برای هر گروه ۲۳ نفر برآورد گردید که با احتساب ریزش احتمالی نمونه‌ها، در هر گروه ۲۵ نفر وارد تحقیق شدند. در مجموع، نمونه‌ها متشکل از ۷۵ پرستار زن در دامنه سنی ۳۰ تا ۴۰ سال و سابقه کاری بیش از ۳ سال و دارای کمردرد مزمن غیر اختصاصی بر اساس پرسش‌نامه STarT Back Tool و حداقل سه ماه سابقه کمردرد بود که در سه گروه ۲۵ نفره تمرینات کنترل حرکتی، تمرینات ترکیبی و شاهد قرار گرفتند. گزارش درد باید بین چین گلوتئال تا قفسه سینه و شدت آن در شاخص دیداری درد (Visual analogue scale یا VAS) بین ۴ تا ۷ بوده باشد و این درد ناشی از ساختار ستون فقرات نباشد و توسط پزشک متخصص به

Proof Version

عنوان کمردرد مزمن غیر اختصاصی تشخیص داده می‌شد. برای ورود به تحقیق، بررسی و امضای فرم رضایت‌نامه آگاهانه ضروری بود.

داشتن هرگونه آسیب و ناهنجاری اثرگذار بر روند پژوهش مانند اختلالات ریشه اعصاب ستون فقرات کمری که منجر به کاهش قدرت و رفلکس اندام‌های تحتانی شده باشد، شکستگی، سرطان، آرتریت التهابی مهره‌های کمری، سندرم کودا اکوینا و...، سابقه جراحی ستون فقرات کمری یا قرار داشتن در لیست انتظار جراحی در طول مدت مداخله، اختلالات شناختی مانند آلزایمر، اختلالات شدید عصبی- عضلانی، عدم مجوز از پزشک معاینه‌کننده از لحاظ تأیید سلامت بالینی قلب و ریه و وضعیت اندام‌های حرکتی برای شرکت در مطالعه و عدم رضایت/ تمایل به شرکت در روند تحقیق نیز به عنوان معیارهای خروج در نظر گرفته شد.

عدم شرکت آزمودنی‌ها در دو جلسه تمرینی متوالی باعث حذف وی از پژوهش می‌گردید. از پرسش‌نامه STarT Back Tool به منظور ارزیابی و تقسیم‌بندی بیماران مبتلا به کمردرد مزمن غیر اختصاصی استفاده گردید. این پرسش‌نامه دارای ۹ آیتم شامل «درد ارجاعی پا، درد همراه، ناتوانی شامل دو آیتم، بی‌حوصلگی، فاجعه‌انگاری، ترس، اضطراب و افسردگی» می‌باشد. همه سؤالات به جزء سؤال مربوط به بی‌حوصلگی که به شکل مقیاس پنج ارزشی لیکرت پاسخ داده می‌شود و شامل اصلاً (امتیاز صفر)، خیلی کم (امتیاز صفر)، متوسط (امتیاز صفر)، خیلی زیاد (امتیاز ۱) و بیش از حد (امتیاز ۱) می‌باشد، دارای جواب‌های دو بخشی موافق هستم (امتیاز ۱) و موافق نیستم (امتیاز صفر) بودند. بنابراین، امتیاز کلی از صفر تا ۹ می‌باشد. ۵ مورد آخر در یک خرده مقیاس روان‌شناختی با ۵ به عنوان نمره حداکثر خلاصه می‌شود و این نشان دهنده خطر بالا برای ابتلا به کمردرد مزمن غیر اختصاصی می‌باشد. افراد با امتیاز کلی صفر تا ۳ در گروه با خطر پایین طبقه‌بندی می‌شوند که نیاز به حداقل درمان را دارند و با استراتژی‌های خودمدیریتی قابل کنترل هستند. آن‌هایی که حداقل ۴ امتیاز در نمره کل را به دست می‌آورند، در صورتی که حداکثر ۳ امتیاز آن مربوط به شاخص‌های روانی- اجتماعی باشد، در گروه با خطر متوسط طبقه‌بندی می‌شوند که این افراد برای مدیریت با فیزیوتراپی مناسب هستند. کسانی که نمره ۴ یا ۵ را در خرده مقیاس روانی کسب می‌کنند، به عنوان خطر بالای پیش‌آگهی ضعیف در مورد ناتوانی مداوم طبقه‌بندی می‌شوند که مناسب برای مدیریت با مداخلات آگاهی روان‌شناختی می‌باشد (۲۶). ضریب Cronbach´s alpha این ابزار ۰/۷۳ و اعتبار (Validity) آن ۰/۹۵ گزارش شده است (۲۸، ۲۷).

برای کمی کردن میزان شدت درد و سنجش آن، از VAS استفاده شد. این معیار که جهت بررسی شدت درد مورد استفاده قرار می‌گیرد، یک نوار افقی به طول ۱۰۰ میلی‌متر است که یک انتهای آن صفر به معنای بدون درد و انتهای دیگر آن ۱۰ به معنای شدیدترین درد ممکن است. پایایی این مقیاس ۰/۹۵ و اعتبار آن، ۰/۹۷ محاسبه شده است (۲۹).

برای ارزیابی تعادل ایستا و پویا، از دستگاه تعادل‌سنج بایودکس Balance System™ SD, 950-441, BIODEX Medical System Inc.,) (Shirley, NY, USA, استفاده گردید. در این دستگاه، میزان سختی صفحه تعادل در ۱۲ وضعیت مختلف (۱ تا ۱۲) قابل تنظیم می‌باشد. وضعیت ۱۲ سطح پایدار و حساسیت آن به تغییرات مرکز ثقل کم است؛ در حالی که در درجه ۱ (سطح ناپایدار) سفتی صفحه به حداقل می‌رسد و به کوچک‌ترین جابه‌جایی مرکز ثقل، حساسیت نشان می‌دهد. صفحه تعادل‌سنج دارای نواحی چهارگانه می‌باشد که به ترتیب محل استقرار پنجه پای راست در ربع اول، پنجه پای چپ در ربع دوم، پاشنه پای چپ در ربع سوم و پاشنه پای راست در ربع چهارم قرار دارد. جهت تعیین جای قرارگیری پاها و نحوه استقرار آزمودنی، از او درخواست شد که روی صفحه تعادل‌سنج بایستد؛ طوری که پاشنه پاها به اندازه ۱۰ درصد طول قد از هم فاصله داشته باشد و هر یک به اندازه ۱۵ درجه به خارج متمایل باشد. در این وضعیت، عملکرد تعادلی هر آزمودنی روی دو سطح پایدار (سطح ۱۲) و ناپایدار (سطح ۸) با چشم باز به مدت ۲۰ ثانیه در جهات قدامی- خلفی، داخلی- خارجی و وضعیت کلی اندازه‌گیری گردید. کلیه محاسبات برای ارزیابی تعادل ایستا و پویا به وسیله دستگاه تعادل‌سنج بایودکس انجام و خروجی به شکل سه شاخص قدامی- خلفی، شاخص داخلی- خارجی و شاخص کلی تعادل گزارش شد. هر تست سه بار تکرار و میانگین سه تکرار با ۱۰ ثانیه استراحت بین هر تکرار به عنوان نمره فرد ثبت گردید. پایایی این دستگاه برای ارزیابی شاخص‌های تعادل مطلوب، ۰/۷۰ < Intraclass correlation coefficient (ICC) گزارش شده است (۳۰).

پس از ثبت اطلاعات اولیه، تمرینات به مدت هشت هفته (چهار هفته اول، دو جلسه در هفته و چهار هفته دوم، یک جلسه در هفته) انجام گرفت. در این مدت از آزمودنی‌ها درخواست شد تا در این مدت هیچ تمرینی غیر از برنامه تمرینی مذکور انجام ندهند. آزمودنی‌ها قبل از هر جلسه تمرینی، ۵ دقیقه برنامه گرم کردن و بعد از اتمام هر جلسه تمرینی، ۵ دقیقه برنامه سرد کردن انجام دادند. مدت زمان انجام تمرینات کنترل حرکتی، ۳۰ دقیقه و مدت WBV نیز ۱۵ دقیقه بود.

دستگاه WBV (Whole Body Vibration Turbosonic Therapy System, TT2590 X7,X5, version 11-2010, Internal Harmony, Linwood, NJ, USA) با محدوده فرکانس (۳ تا ۵۰ هرتز) به کمک یک سیستم صوتی با مدارهای مغناطیسی جدید، به جای موتور می‌چرخد. یکی از مزایای دستگاه مذکور آن است که آسیب‌های ویبراتورهایی مکانیکی را ندارد. با این دستگاه می‌توان قدرت، استقامت، تعادل و انعطاف‌پذیری را بهبود بخشید (۳۱). ویبریشن می‌تواند اثراتی مشابه با تمرینات تقویتی منظم، اما با فشار کمتر در مفصل ایجاد کند و عملکرد عصبی- عضلانی را ارتقا دهد (۳۲).

تمرینات پروتکل کنترل حرکتی (۳۳) و WBV (۳۴) بر اساس مطالعات پیشین به ترتیب در جداول ۱ و ۲ به تفصیل ارایه شده است.

گروه کنترل حرکتی: شرکت‌کنندگان به صورت انفرادی و کاملاً تحت نظر، به مدت ۱۲ جلسه و هر جلسه به مدت ۳۰ دقیقه (شامل تمرینات با پروتکل مشخص زیر نظر پزشک متخصص که بر اساس میزان توانایی افراد تعدیل گردید) در این تمرینات شرکت کردند (جدول ۱). تمرینات به صورت ۸ هفته (۴ هفته اول دو جلسه در هفته و ۴ هفته دوم یک جلسه در هفته) انجام شد. تمرینات کنترل حرکتی شامل سه بخش «ارتقای فعال‌سازی مستقل عضلات ثبات دهنده عمقی (عرضی شکم و مولتی فیدوس) و آموزش بیمار برای استفاده از این عضلات که در حالت خوابیده، ساکن و بدون استفاده از ابزار انجام گرفت. اجرای مطلوب انقباضات در حالت ایستا به صورت نشسته، ایستاده و یا چهار زانو و ترکیب مهارت‌ها به شکل پویا و عملکردی با کمک جیم‌بال» بود (۳۳).

گروه ترکیبی (کنترل حرکتی و WBV): شرکت‌کنندگان به صورت انفرادی و تحت نظر به مدت ۱۲ جلسه و هر جلسه به مدت ۴۵ دقیقه تحت مداخله قرار گرفتند. در هر جلسه، ابتدا به مدت۳۰ دقیقه تمرینات کنترل حرکتی (جدول ۱) و بعد به مدت ۱۵ دقیقه پروتکل مخصوص WBV انجام شد (جدول ۲).

Proof Version

جدول ۱. برنامه تمرینات کنترل حرکتی

هفته	تمرین	ست × تکرار	استراحت بین حرکات (ثانیه)	استراحت بین ستها (ثانیه)
۱	هم‌انقباضی عضله عرضی شکم، هم‌انقباضی عضله مولتی فیدوس، انقباض ایستای شکم، حرکت زانو به طرفین، دراز و نشست اصلاح شده	۳ × ۱۰	۱۰	۲۰
۲	هم‌انقباضی عضله مولتی فیدوس، انقباض ایستای شکم، حرکت زانو به طرفین، دراز و نشست اصلاح شده، زانو جمع، بلند کردن پا از پشت	۳ × ۱۰	۱۰	۲۰
۳	انقباض ایستای شکم، حرکت زانو به طرفین، دراز و نشست اصلاح شده، زانو جمع، بلند کردن پا از پشت، بالا و پایین بردن لگن، بالا بردن پا و بلند کردن لگن	۳ × ۱۰	۱۰	۲۰
۴	دراز و نشست اصلاح شده، زانو جمع، بلند کردن پا از پشت، بالا و پایین بردن لگن، بالا بردن پا و بلند کردن لگن، بلند کردن دست در حالت چهار دست و پا، بلند کردن دست در حالت چهار دست و پا، اسکات	۳ × ۱۲	۱۲	۲۴
۵	بلند کردن پا از پشت، بالا و پایین بردن لگن، بالا بردن پا و بلند کردن لگن، بلند کردن دست در حالت چهار دست و پا، بلند کردن دست در حالت چهار دست و پا، اسکات، لانج، لانج تک پا	۳ × ۱۲	۱۲	۲۴
۶	بلند کردن دست در حالت چهار دست و پا، بلند کردن دست در حالت چهار دست و پا، اسکات، لانج، لانج تک پا، انقباض ایستای عضلات عرضی شکم و مولتی فیدوس، انقباض شکم، حرکت به طرفین	۳ × ۱۲	۱۲	۲۴
۷	لانج، لانج تک پا، انقباض شکم، حرکت به طرفین، انقباض ایستای عضلات عرضی شکم و مولتی فیدوس، بالا آوردن، سر روی توپ، دمر خوابیدن روی توپ، بالا آوردن پا روی توپ	۳ × ۱۵	۱۳	۲۶
۸	انقباض شکم، حرکت به طرفین، بالا آوردن سر روی توپ، دمر خوابیدن روی توپ، بالا آوردن پا روی توپ، جمع کردن پا داخل شکم با توپ، حرکت پا به طرفین با توپ، کشش کمر	۳ × ۱۵	۱۳	۲۶

پروتکل WBV شامل پنج حرکت (اسکات دینامیک با سیم‌کش: با فرکانس ۵ تا ۶ هرتز، اسکات با بازوهای اکستنشن: با فرکانس ۶ تا ۷ هرتز، بلند شدن روی پنجه پا: با فرکانس ۱۰ هرتز، اسکات ایستا: با فرکانس ۸ تا ۱۰ هرتز و اسکات ایستا با قرار گرفتن روی پنجه پا: با فرکانس ۸ هرتز) بود که در دو ست با ۵ تا ۸ تکرار بر روی صفحه دارای میزان بسامد مشخص شده (۵ تا ۱۰ هرتز) بود. لازم به ذکر است که بین هر ست ۳۰ ثانیه استراحت فعال (شامل سه تمرین ایستادن آرام، دوران هیپ و آویزان شدن با کابل) لحاظ گردید. کلیه تمرینات طی ۸ هفته (۴ هفته اول دو جلسه در هفته و ۴ هفته دوم یک جلسه در هفته) دنبال شد.

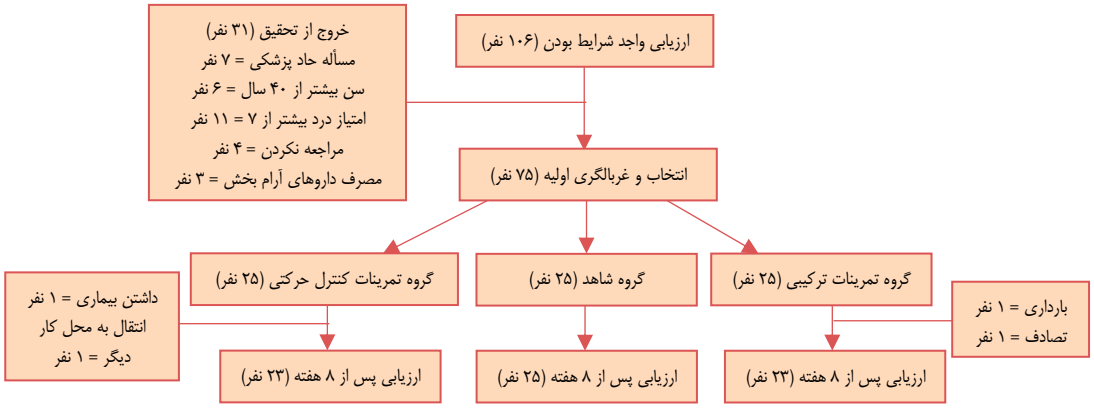
از آزمون Shapiro-Wilk به منظور بررسی تبعیت کردن داده‌ها از توزیع نرمال استفاده شد که در صورت تبعیت کردن یا نکردن، به ترتیب از آزمون‌های پارامتریک ANOVA و غیر پارامتریک Kruskal-Wallis استفاده گردید. همچنین، جهت بی‌اثر کردن خطای پیش‌آزمون که در اثر یکسان نبودن داده‌های پایه در گروه‌های مختلف ایجاد می‌شود، از تحلیل تغییر (Change analysis) استفاده شد. برای مقایسه درون گروهی از آزمون‌های Wilcoxon (توزیع غیر نرمال) و Paired t (توزیع نرمال) استفاده گردید. در نهایت، داده‌ها در نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۶ (version 26, IBM Corporation, Armonk, NY) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. $P < ۰/۰۵$ به عنوان سطح معنی‌داری در نظر گرفته شد.

پس از انتخاب آزمودنی‌ها و گرفتن رضایت‌نامه، آزمون بر روی آن‌ها انجام گردید. افرادی که در تحقیق شرکت کردند، در جریان اهداف، روش‌ها و فواید شرکت در پژوهش قرار گرفتند. به افراد گفته شد که تمامی اطلاعات شخصی و پرونده آن‌ها محرمانه خواهد بود و هر لحظه که بخواهند می‌توانند از ادامه شرکت در مطالعه خودداری نمایند. ضمن این که سعی شد تا روش‌های اندازه‌گیری و شرکت در تحقیق، هیچ‌گونه هزینه اقتصادی و خطر جسمی برای افراد به همراه نداشته باشد.

جدول ۲. برنامه تمرینات Whole-body vibration (WBV)

هفته	تمرین	ست × تکرار	دامنه (میلی‌متر) و فرکانس (هرتز)	استراحت بین حرکات	استراحت بین ستها
۱	اسکات ۱: انجام حرکت اسکات با گرفتن دسته‌های دستگاه و با دستان باز کشیده	۲ × ۵–۸	۲۰ هرتز و دامنه ۴ میلی‌متر	۳۰ ثانیه (فعال)	۶۰ ثانیه (۳۰ ثانیه فعال و ۳۰ ثانیه غیر فعال)
۲	اسکات ۲: انجام حرکت اسکات بدون گرفتن دسته‌های دستگاه و با دستان باز کشیده	۲ × ۵–۸	۲۰ هرتز و دامنه ۴ میلی‌متر	۳۰ ثانیه (فعال)	۶۰ ثانیه (۳۰ ثانیه فعال و ۳۰ ثانیه غیر فعال)
۳	حرکت ساق پا: انجام حرکت بلند شدن روی پنجه پا	۲ × ۵–۸	۲۰ هرتز و دامنه ۴ میلی‌متر	۳۰ ثانیه (فعال)	۶۰ ثانیه (۳۰ ثانیه فعال و ۳۰ ثانیه غیر فعال)
۴	حرکت ساق پا نشسته: انجام حرکت بلند شدن روی پنجه پا در حالت اسکات با گرفتن دسته‌های دستگاه	۲ × ۵–۸	۲۰ هرتز و دامنه ۴ میلی‌متر	۳۰ ثانیه (فعال)	۶۰ ثانیه (۳۰ ثانیه فعال و ۳۰ ثانیه غیر فعال)
۵	حرکت اسکات ۳ : انجام حرکت اسکات بدون گرفتن دسته‌های دستگاه با دستان باز و کشیده و سپس رفتن به روی پنجه‌های پا	۲ × ۵–۸	۲۰ هرتز و دامنه ۴ میلی‌متر	۳۰ ثانیه (فعال)	۶۰ ثانیه (۳۰ ثانیه فعال و ۳۰ ثانیه غیر فعال)

Proof Version



شکل ۱. ارزیابی واجد شرایط بودن، معیارهای ورود و خروج و تجزیه و تحلیل

یافته‌ها

۷۵ پرستار داوطلب در پژوهش حاضر شرکت کردند که از این تعداد، دو نفر از گروه کنترل حرکتی به دلیل داشتن بیماری و انتقال به محل کار دیگر و دو نفر در گروه ترکیبی به دلیل بارداری و سانحه تصادف (آسیب اندام تحتانی) از مطالعه خارج شدند (شکل ۱). نرخ ریزش در گروه‌های تجربی هر کدام ۸ درصد بود. بر اساس نتایج آزمون Shapiro-Wilk، شاخص کلی تعادل ایستا از توزیع نرمال ($P > ۰/۰۵۰$) تبعیت کرد. بنابراین، برای مقایسه بین گروهی برای این شاخص از آزمون پارامتریک ANOVA با آزمون تعقیبی Tukey استفاده شد. دیگر متغیرها (درد، شاخص‌های قدامی- خلفی و داخلی- خارجی ایستا و شاخص‌های قدامی- خلفی و داخلی- خارجی و کلی پویا) از توزیع نرمال تبعیت نکردند و مقایسه بین گروهی آن‌ها با استفاده از آزمون Kruskal-Wallis صورت گرفت و از آزمون Mann-Whitney جهت مقایسه دو به دوی گروه‌ها با تصحیح Bonferroni ($P = ۰/۰۱۷$) (۳۵) استفاده گردید.

ویژگی‌های جمعیت‌شناختی مربوط به سن، قد، وزن، شاخص توده بدنی (Body mass index یا BMI)، سابقه شغلی و مدت کمردرد آزمودنی‌ها به تفکیک گروه مربوطه در جدول ۳ ارایه شده است.

نتایج آزمون Kruskal-Wallis نشان داد که سه گروه در نمره شدت درد اختلاف معنی‌داری داشتند. همچنین، از آزمون Mann-Whitney با تصحیح Bonferroni در سطح معنی‌داری ۰/۰۱۷ (۳۵) برای پیدا کردن تفاوت بین هر دو گروه استفاده شد. لازم به ذکر است که جهت جلوگیری از ایجاد خطای آلفا (نوع اول) در مطالعه حاضر، از تصحیح Bonferroni با اصلاح سطح معنی‌داری استفاده گردید؛ یعنی $P = ۰/۰۵$ تقسیم به تعداد گروه‌ها شد و بنابراین، سطح معنی‌داری در آزمون Bonferroni، ۰/۰۱۷ در نظر گرفته شد. نتایج نشان داد که بین گروه‌های کنترل حرکتی و شاهد و نیز بین گروه‌های ترکیبی و شاهد تفاوت معنی‌داری وجود داشت ($P < ۰/۰۰۱$)، اما بین گروه‌های کنترل حرکتی و ترکیبی تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد ($P = ۰/۰۲۰$) (جداول ۴ و ۵).

جدول ۳. ویژگی‌های جمعیت‌شناختی آزمودنی‌ها در گروه‌های مختلف

متغیر	گروه		
	کنترل حرکتی	ترکیبی	شاهد
سن (سال)	۳۵/۷۵ ± ۲/۱۱	۳۷/۲۹ ± ۱/۹۰	۳۴/۸۰ ± ۲/۷۹
قد (سانتی‌متر)	۱۶۲/۴۰ ± ۴/۴۶	۱۵۹/۶۴ ± ۲/۷۵	۱۶۰/۵۹ ± ۳/۰۶
وزن (کیلوگرم)	۶۸/۲۸ ± ۴/۳۷	۷۱/۳۰ ± ۲/۶۲	۶۷/۵۹ ± ۳/۶۱
BMI (کیلوگرم بر مترمربع)	۲۵/۸۷ ± ۰/۸۲	۲۷/۹۷ ±۰/۴۵	۲۶/۱۹ ± ۰/۸۱
سابقه شغلی (سال)	۱۳/۷۶ ± ۱/۵۹	۱۶/۳۰ ± ۲/۱۸	۱۲/۴۰ ± ۲/۲۰
مدت کمردرد (سال)	۳/۵۰ ± ۲/۰۷	۶/۸۰ ± ۱/۹۶	۳/۲۱ ± ۱/۸۷

BMI: Body mass index

داده‌ها بر اساس میانگین ± انحراف معیار گزارش شده است.

جدول ۴. شدت درد و شاخص‌های تعادل ایستا و پویا در سه گروه مورد بررسی قبل و پس از هشت هفته

گروه	زمان آزمون	شدت درد (میلی‌متر)	شاخص تعادل ایستا (امتیاز)			شاخص تعادل پویا (امتیاز)		
			قدامی- خلفی	داخلی- خارجی	کل	قدامی- خلفی	داخلی- خارجی	کل
شاهد	پیش‌آزمون	۵/۱۰ ± ۱/۵۴	۰/۳۸ ± ۰/۲۱	۰/۶۹ ± ۰/۳۱	۰/۸۸ ± ۰/۴۹	۰/۹۱ ± ۰/۴۶	۱/۲۴ ± ۰/۴۰	۱/۲۷ ± ۰/۶۷
	پس‌آزمون	۴/۹۰ ± ۱/۴۱	۰/۳۹ ± ۰/۱۷	۰/۷۲ ± ۰/۴۰	۰/۸۷ ± ۰/۴۲	۰/۹۶ ± ۰/۴۶	۱/۲۳ ± ۰/۷۱	۱/۳۱ ± ۰/۶۷
مقدار P (تغییرات درون گروهی)		۰/۱۲۰	۰/۴۵۴	۰/۵۴۸	۰/۸۵۵	۰/۱۹۸	۰/۸۶۰	۰/۴۲۳
کنترل حرکتی	پیش‌آزمون	۴/۷۹ ± ۰/۹۲	۰/۳۸ ± ۰/۲۲	۰/۷۶۱ ± ۰/۳۰	۰/۸۸ ± ۰/۴۲	۰/۶۴ ± ۰/۳۱	۱/۰۱ ± ۰/۴۵	۱/۲۳ ± ۰/۷۰
	پس‌آزمون	۳/۶۷ ± ۱/۴۲	۰/۱۵ ± ۰/۱۳	۰/۴۰ ± ۰/۱۶	۰/۵۳ ± ۰/۴۱	۰/۳۶ ± ۰/۱۵	۰/۷۳ ± ۰/۴۰	۰/۹۰ ± ۰/۳۹
مقدار P (تغییرات درون گروهی)		*< ۰/۰۰۱	*< ۰/۰۰۱	*< ۰/۰۰۱	†< ۰/۰۰۱	*< ۰/۰۰۱	*< ۰/۰۰۱	*۰/۰۰۷
ترکیبی	پیش‌آزمون	۵/۲۰ ± ۱/۶۷	۰/۸۱ ± ۰/۳۳	۰/۴۰ ± ۰/۲۵	۰/۸۹ ± ۰/۵۴	۱/۱۰ ± ۰/۱۱	۰/۷۷ ± ۰/۴۲	۱/۲۸ ± ۰/۷۰
	پس‌آزمون	۳/۵۴ ± ۱/۶۲	۰/۴۷ ± ۰/۲۲	۰/۱۸ ± ۰/۰۵	۰/۵۱ ± ۰/۳۰	۰/۷۰ ± ۰/۳۳	۰/۳۵ ± ۰/۲۰	۰/۸۸ ± ۰/۴۰
مقدار P (تغییرات درون گروهی)		*< ۰/۰۰۱	*< ۰/۰۰۱	*< ۰/۰۰۱	*< ۰/۰۰۱	†< ۰/۰۰۱	*< ۰/۰۰۱	*< ۰/۰۰۱

*تفاوت معنی‌دار درون گروهی در آزمون Wilcoxon ($P < ۰/۰۵۰$)، †تفاوت معنی‌دار درون گروهی در آزمون Paired t ($P < ۰/۰۵۰$)

داده‌ها بر اساس میانگین ± انحراف معیار گزارش شده است.

Proof Version

http://jrrs.mui.ac.ir

جدول ۵. نتایج آزمون‌های Kruskal-Wallis و Mann-Whitney بین سه گروه در شاخص‌های شدت درد و تعادل ایستا و پویا

آزمون	شاخص	شدت درد (میلی‌متر)	تفاوت شاخص تعادل ایستا (امتیاز)		تفاوت شاخص تعادل پویا (امتیاز)		
			قدامی- خلفی	داخلی- خارجی	قدامی- خلفی	داخلی- خارجی	کل
ANOVA/Kruskal-Wallis	آزمون χ^2	۳۷/۷۶۴	۳۵/۵۷۱	۲۴/۴۲۲	۳۳/۸۲۴	۱۵/۸۱۹	۱۷/۱۱۸
	درجه آزادی	۲	۲	۲	۲	۲	۲
	مقدار P	*< ۰/۰۰۱	*< ۰/۰۰۱	*< ۰/۰۰۱	*< ۰/۰۰۱	*< ۰/۰۰۱	*< ۰/۰۰۱
Tukey/Mann-Whitney (مقدار P مقایسه دو به دو)	کنترل حرکتی و شاهد	†< ۰/۰۰۱	†< ۰/۰۰۱	†< ۰/۰۰۱	†< ۰/۰۰۱	†< ۰/۰۰۱	†< ۰/۰۰۱
	ترکیبی و شاهد	†< ۰/۰۰۱	†< ۰/۰۰۱	†< ۰/۰۰۱	†< ۰/۰۰۱	†< ۰/۰۰۱	†< ۰/۰۰۱
	کنترل حرکتی و ترکیبی	۰/۰۲۰	۰/۱۱۱	۰/۱۳۵	۰/۱۲۹	۰/۰۲۴	۰/۸۶۰

*تفاوت معنی‌دار بین گروهی در آزمون Kruskal-Wallis (P < ۰/۰۵۰)، †تفاوت معنی‌دار بین گروهی در آزمون Mann-Whitney (P < ۰/۰۱۷)

به منظور مقایسه اثر تمرینات درمانی بر روی ثبات پاسچرال بین سه گروه، از آزمون Kruskal-Wallis برای شاخص‌های تعادل پویا (ثبات کلی، قدامی- خلفی و داخلی- خارجی) و تعادل ایستا (قدامی- خلفی و داخلی- خارجی) و از آزمون ANOVA برای شاخص ثبات کلی ایستا استفاده گردید. بین سه گروه در کلیه شاخص‌های تعادل پویا و در شاخص‌های قدامی- خلفی و داخلی- خارجی تعادل ایستا تفاوت معنی‌داری وجود داشت (P < ۰/۰۰۱) (جداول ۴ و ۵). در مقایسه دو به دوی گروه‌ها با استفاده از آزمون Mann-Whitney با تصحیح Bonferroni در سطح معنی‌داری ۰/۰۱۷، مشخص شد که گروه شاهد تفاوت معنی‌داری با دو گروه دیگر داشت (P < ۰/۰۰۱)، اما بین گروه کنترل حرکتی و ترکیبی اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۵). نتایج آزمون ANOVA با آزمون تعقیبی Tukey برای شاخص تعادل ایستای کل نشان داد که گروه شاهد با گروه‌های کنترل حرکتی و ترکیبی اختلاف معنی‌داری داشت (P < ۰/۰۰۱)، اما بین گروه‌های کنترل حرکتی و ترکیبی تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (P = ۰/۹۳۱) (جدول ۶).

نتایج تحلیل به قصد درمان (Intention to treat) نشان داد که نرخ ریزش آزمودنی در گروه‌های کنترل حرکتی و تمرینات ترکیبی به میزان دو نفر در هر گروه، معادل ۸ درصد محاسبه شده است و با نرخ ریزش پیش‌بینی شده تحقیق حاضر که ۱۰ درصد بود، مغایرت نداشت و متغیرهای پژوهش حاضر میزان درد و شاخص‌های تعادل ایستا و پویا (قدامی- خلفی، داخلی- خارجی و تعادل کل) در مقایسه برون گروهی (نسبت به گروه شاهد) و نیز مقایسه درون گروهی (پیش‌آزمون- پس‌آزمون) در دو گروه تجربی معنی‌دار شد (P < ۰/۰۰۱). اثر ریزش آزمودنی بر روی پیش‌آزمون و پس‌آزمون در بررسی دیگر (۳۶) نیز تحلیل مشابهی شده است.

بحث

هدف از انجام پژوهش حاضر، بررسی تأثیر رویکرد کنترل حرکتی با و بدون WBV بر درد و تعادل ایستا و پویای پرستاران زن دارای کمردرد مزمن غیر اختصاصی بود. نتایج نشان داد که تمرینات کنترل حرکتی با و بدون WBV، منجر به کاهش درد در پرستاران زن مبتلا به کمردرد مزمن غیر اختصاصی شد. تمرینات کنترل حرکتی در کاهش درد و ناتوانی ناشی از کمردرد مزمن غیر اختصاصی مؤثر می‌باشد (۳۷) و انجام هشت هفته تمرینات ترکیبی کنترل حرکتی با رویکرد آموزش علوم اعصاب، در کاهش درد و بهبودی تعادل ایستا و پویا تأثیرگذار است (۳۸). نتایج مطالعات نشان داده است که کاهش درد پس از انجام تمرینات ثبات تنه که بخشی از تمرینات کنترل حرکتی می‌باشد، با افزایش اندورفین ارتباط معنی‌داری دارد (۳۹). از طرف دیگر، به نظر می‌رسد این تمرینات باعث افزایش قدرت عضلات مرکزی تنه می‌شود (۷)؛ این امر احتمالاً سبب کاهش تنش در رباط‌ها و مفاصل مهره‌ها می‌شود و آن‌ها را در وضعیت طبیعی ثابت می‌کند و با کاهش میزان درد، موجب افزایش اعتماد بیمار به روش درمانی می‌شود (۴۰).

کاهش میزان درد را می‌توان به توانمندی عضلات عرضی شکم که یکی از عضلات کلیدی در حفظ ثبات ستون فقرات است، نسبت داد که بازآموزی تسهیل آن، اولین گام در بهبود کمردرد محسوب می‌شود (۴۱). در همین راستا، تحقیق دیگری نشان داد که تمرین کنترل حرکتی به شکل تنها در مقایسه با پیاده‌روی روزانه، اثرات سودمندی بر سلامت فیزیکی افراد مبتلا به کمردرد مزمن داشته است (۴۲). WBV به طور معنی‌داری سبب بهبود درد در اختلالات اسکلتی- عضلانی می‌گردد (۴۳) و بلافاصله پس از آن تغییرات میکروسکوپی در ساختارهای اسکلتی- عضلانی، باعث بهبودی فوری درجه فعالیت عضله (۴۴) و خواص بافت همبند بین عضلانی می‌گردد (۴۵). WBV بدن به مدت ۲۰ هفته در افراد سالمند مبتلا به سارکوپنیا (Sarcopnia)، عملکرد عضله را بهبود بخشید و به مدت ۱۲ هفته، منجر به ارتقای کیفیت زندگی شد (۴۶). در مبتلایان به کمردرد مزمن غیر اختصاصی نیز به نظر می‌رسد که استفاده از WBV باعث کاهش درد می‌گردد (۴۷).

جدول ۶. نتایج آزمون تعقیبی Tukey در آزمون ANOVA بین سه گروه در شاخص کل ثبات ایستا

گروه	گروه	میانگین تفاوت	خطای استاندارد	مقدار P	فاصله اطمینان ۹۵ درصد	
					مرز پایین	مرز بالا
شاهد	کنترل حرکتی	۰/۳۳۸۱۹	۰/۰۸۷۵۳	*< ۰/۰۰۱	۰/۱۲۸۵	۰/۵۴۷۹
	ترکیبی	۰/۳۷۰۳۷	۰/۰۸۷۵۳	*< ۰/۰۰۱	۰/۱۶۰۶	۰/۵۸۰۱
کنترل حرکتی	ترکیبی	۰/۰۳۲۱۷	۰/۰۸۹۳۳	۰/۹۳۱	-۰/۱۸۱۹	۰/۲۴۶۲

*تفاوت معنی‌دار بین گروهی در آزمون تعقیبی Tukey در آزمون ANOVA (P < ۰/۰۵)

Proof Version

http://jrrs.mui.ac.ir

پس از هشت هفته مداخله، مشاهده شد که تمرینات کنترل حرکتی چه با WBV و چه بدون آن، در تقویت تعادل ایستا و پویا در مقایسه با گروه شاهد مؤثر است، اما بین دو گروه آموزشی تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. نتایج برخی از تحقیقات نشان داده است که افراد مبتلا به کمردرد، اندازه فیبرهای عضلانی نوع دوم را کاهش می‌دهند (۴۸). تمرینات ثبات می‌تواند به معکوس کردن این آتروفی کمک کند و بر قطر فیبر عضلانی تأثیر بگذارد (۴۹) و علاوه بر این، تمرینات در ناحیه مرکزی بدن که به منظور توسعه قدرت عضلانی و هماهنگی عملکردی طراحی شده‌اند، می‌تواند عملکرد عضلات تنه را بهبود بخشد (۵۰). فعالیت‌های نامناسب می‌تواند کمردرد مزمن غیر اختصاصی را بدتر کند. بیشتر بیماران از استفاده از عضلات کمر خودداری می‌کنند که منجر به آتروفی، کاهش قدرت و استقامت و سفتی رباط‌ها و مفاصل و در نهایت، تشدید علایم می‌شود (۵۱). در مطالعه دیگری مشخص گردید که مکانیسم فیزیولوژیک سیستم تعادل در افراد مبتلا به کمردرد تغییر می‌کند (۵۲) که می‌تواند منجر به اطلاعات نادرست در مورد موقعیت مکانی بدن شود. ارسال این اطلاعات به ساقه مغز، منجر به ارسال دستورات حرکتی نامناسب و به دنبال آن، وضعیت غیر طبیعی بدن می‌شود. در مقایسه با تعادل ایستا، ایجاد تعادل پویا نیاز به تلاش دارد و سازگاری با شرایط متغیر برای افراد مبتلا به کمردرد مزمن دشوار است (۵۳).

با این حال، تمرینات ویژه‌ای که ناحیه مرکزی تنه را هدف قرار می‌دهد، می‌تواند ثبات بالاتنه، ثبات عضلات کف لگن، انقباض هم‌زمان عضلات شکم، مولتی فیدوس و عملکرد حرکتی ستون فقرات را بهبود بخشد (۵۴). همچنین، این تمرینات می‌تواند نیروی برشی (Shear) اعمال شده به کمر را کاهش دهد (۵۳) و در نتیجه، حرکات را بهبود بخشد. تمریناتی مانند انقباض هم‌زمان عضلات شکم، مولتی فیدوس، دیافراگم و کف لگن به همراه تمرینات مربوط به بهبود و کنترل عملکرد اندام در برنامه تمرین کنترل حرکتی، می‌تواند عامل مؤثری در بهبود تعادل ایستا و پویا باشد (۵۵).

علاوه بر این، دوک‌های عضلانی با رفلکس میوتاتیک (Myotatic reflex) تعادل را حفظ می‌کنند (۵۶). تمرینات ارتعاشی می‌تواند حساسیت دوک عضلانی، سرعت پاسخ‌های مکانیکی و فیزیولوژیکی و بهبود عصبی- عضلانی را افزایش دهد (۵۷). این امر باعث فعال شدن هم‌زمان نورون‌های حرکتی آلفا و گاما می‌شود که منجر به تسهیل انقباض عضلانی می‌گردد (۵۸). بنابراین، تمرینات WBV به دلیل افزایش حساسیت دوک عضلانی، بهبود کنترل عصبی- عضلانی و تحریک سیستم عصبی مرکزی، به عنوان عامل مؤثری در بهبود تعادل شناخته شده است (۵۹).

بهبود و تحریک سیستم عصبی مرکزی، منجر به هماهنگی عضلات آگونیست و آنتاگونیست می‌شود که در نهایت، به حفظ تعادل کمک می‌کند (۶۰، ۵۹، ۲۴). تمرینات WBV با افزایش فعالیت عضلات سمپاتیک در طول حداکثر انقباض عضلانی و در عین حال، کاهش هم‌زمان فعالیت عضلات مقابل کار می‌کند که به نوبه خود فعالیت عصبی- عضلانی اندام تحتانی را افزایش می‌دهد و به کنترل موقعیت بدن کمک می‌کند (۶۲، ۶۱). بر اساس فرضیه تنظیم عضله (Muscle tuning)، بدن برای مقابله با ارتعاش، فرکانس و آشفتگی ایجاد شده (در محدوده فرکانس تشدید ۶۵-۵ هرتز) توسط WBV و به منظور جلوگیری از آسیب‌های احتمالی، از استراتژی جایگزین به نام کنترل پوسچرال استفاده می‌کند (۶۲). در این استراتژی، فعالیت عضلانی به هنگام انتقال فرکانس، برای میرا کردن (Damping) ارتعاش تغییر می‌یابد. این تغییرات با اثرگذاری بر گیرنده‌های دوک عضلانی و حس عمقی همراه، مانع ارسال اطلاعات اضافی به سیستم عصبی مرکزی می‌شود و بنابراین، کاهش اطلاعات حس عمقی اضافه می‌شود و در نهایت، سبب حفظ تعادل می‌گردد (۶۲).

محدودیت‌ها

با توجه به در نظر گرفتن سه گروه در مطالعه حاضر، امکان بررسی گروه شاهد (افراد سالم فاقد کمردرد که شاخص‌های جمعیت‌شناختی مشابه با گروه‌های مبتلا به کمردرد را داشته باشند) به دلیل هزینه‌های مالی فراهم نشد. بنابراین، از جمله محدودیت‌ها می‌توان به عدم ارزیابی و مقایسه نکردن نتایج با افراد سالم اشاره کرد. همچنین، در تحقیق حاضر، مرحله پیگیری (Follow-up) پیش‌بینی نشد و مدت ماندگاری اثر تمرینات پس از پایان پژوهش بررسی نگردید. از سوی دیگر، در مطالعه حاضر دیدگاه شرکت‌کنندگان در رضایت از درمان با استفاده از ابزارهای Subjective مانند پرسش‌نامه Oswestry و ابزارهای مشابه مورد سنجش قرار نگرفت. وجود این اطلاعات در کنار اطلاعات به دست آمده از ابزارهای پیشرفته مانند بایودکس، می‌تواند در تصمیم‌گیری بالینی و تجویز درمان مفید باشد.

پیشنهادها

پیشنهاد می‌شود در مطالعات آینده اثر تمرینات کنترل حرکتی در ثبات ایستا و پویای مبتلایان به کمردرد مزمن غیر اختصاصی با افراد سالم در دو جنس و در مشاغل مختلف مقایسه گردد. همچنین، پیش‌بینی فاز پیگیری در چنین تحقیقاتی مطلوب خواهد بود. پیشنهاد می‌شود در پژوهش‌های بعدی، علاوه بر متغیرهای گزارش شده، میزان رضایت فرد از درمان، سطح ناتوانی و کیفیت زندگی فرد بررسی گردد.

نتیجه‌گیری

در پژوهش حاضر مشاهده شد که هشت هفته تمرینات کنترل حرکتی و تمرینات ترکیبی، می‌تواند در بهبودی میزان درد و تعادل ایستا و پویای پرستاران مبتلا به کمردرد مزمن غیر اختصاصی تأثیرگذار باشد و علایم مربوط به کمردرد را کاهش دهد. اگرچه تمرینات ترکیبی نسبت به تمرینات کنترل حرکتی به تنهایی بهبودی بیشتری به دنبال داشت، اما هیچ‌کدام از رویکردهای تمرینی نسبت به یکدیگر برتری نداشت و اختلاف معنی‌داری بین آن‌ها مشاهده نشد. بنابراین، نیاز است مطالعات بیشتری در این زمینه صورت گیرد.

تشکر و قدردانی

پژوهش حاضر برگرفته از رساله مقطع دکتری تخصصی با شماره ۱۶۵۹۱۸۴ مصوب دانشگاه خوارزمی، کد اخلاق IR.SSRC.REC.1401.092 مصوب کمیته اخلاق در پژوهش پژوهشگاه تربیت بدنی و علوم ورزشی و کد ثبت کارآزمایی بالینی IRCT20230227057551N1 می‌باشد. بدین وسیله نویسندگان از مدیران و مسؤولان محترم مرکز توان‌بخشی موفقیان و پژوهشگاه تربیت بدنی و علوم ورزشی تشکر و قدردانی به عمل می‌آورند. همچنین، از بانوان پرستار بیمارستان‌های نیکان غرب تهران و عرفان که در انجام این مطالعه همکاری نمودند، سپاسگزاری می‌گردد.

Proof Version

نقش نویسندگان

طراحی و ایده‌پردازی پروژه: راضیه کریمی
خدمات پشتیبانی و اجرایی و علمی پروژه: رغد معمار
فراهم کردن تجهیزات و نمونه‌های مطالعه: سید صدرالدین شجاع‌الدین، راضیه کریمی
جمع‌آوری داده‌ها: راضیه کریمی
تحلیل و تفسیر نتایج: سید صدرالدین شجاع‌الدین، راضیه کریمی، رغد معمار
خدمات تخصصی آمار: راضیه کریمی
تنظیم دست‌نوشته: سید صدرالدین شجاع‌الدین، راضیه کریمی، رغد معمار
ارزیابی تخصصی دست‌نوشته از نظر مفاهیم علمی: سید صدرالدین شجاع‌الدین، راضیه کریمی، رغد معمار
تأیید دست‌نوشته نهایی جهت ارسال به دفتر مجله: سید صدرالدین شجاع‌الدین، راضیه کریمی، رغد معمار
مسؤولیت حفظ یکپارچگی فرایند انجام مطالعه از آغاز تا انتشار و پاسخگویی به نظرات داوران: سید صدرالدین شجاع‌الدین، راضیه کریمی، رغد معمار

منابع مالی

مطالعه حاضر بر اساس تحلیل ثانویه بخشی از اطلاعات مستخرج از رساله مقطع دکتری تخصصی با شماره ۱۶۵۹۱۸۴ مصوب دانشگاه خوارزمی، کد اخلاق IR.SSRC.REC.1401.092 مصوب کمیته اخلاق در پژوهش پژوهشگاه تربیت بدنی و علوم ورزشی و کد ثبت کارآزمایی بالینی IRCT20230227057551N1 می‌باشد که بدون حمایت مالی از طرف اشخاص حقیقی و حقوقی تنظیم گردید. دانشگاه خوارزمی در جمع‌آوری داده‌ها، تحلیل و گزارش آن‌ها، تنظیم دست‌نوشته و تأیید نهایی مقاله برای انتشار اعمال نظر نداشته است.

تعارض منافع

نویسندگان دارای تعارض منافع نمی‌باشند.

References

1. Jaromi M, Szilagyi B, Velenyi A, Leidecker E, Raposa BL, Hock M, et al. Assessment of health-related quality of life and patient's knowledge in chronic non-specific low back pain. BMC Public Health 2021; 21(Suppl 1): 1479.
2. Haile G, Hailemariam TT, Haile TG. Effectiveness of ultrasound therapy on the management of chronic non-specific low back pain: A systematic review. J Pain Res 2021; 14: 1251-7.
3. Gilchrist A, Pokorna A. Prevalence of musculoskeletal low back pain among registered nurses: Results of an online survey. J Clin Nurs 2021; 30(11-12): 1675-83.
4. Tonkaboni N, Bagheri M, Gholian-Aval M, Ghaemi-Amiri M, Pourhaji F, Abdollahi M, et al. Musculoskeletal disorders due to patient transportation in health workers: A systematic review in Iran. International Journal of Musculoskeletal Pain Prevention 2023; 8(2): 864-73.
5. Arca M, Donmezdil S, Durmaz ED. The effect of the COVID-19 Pandemic on anxiety, depression, and musculoskeletal system complaints in healthcare workers. Work 2021; 69(1): 47-54.
6. Laxdal A. The sex gap in sports and exercise medicine research: who does research on females? Scientometrics 2023; 128(3): 1987-94.
7. Ruhe A, Fejer R, Walker B. Center of pressure excursion as a measure of balance performance in patients with non-specific low back pain compared to healthy controls: A systematic review of the literature. Eur Spine J 2011; 20(3): 358-68.
8. Yang J, Seo D. The effects of whole body vibration on static balance, spinal curvature, pain, and disability of patients with low back pain. J Phys Ther Sci 2015; 27(3): 805-8.
9. Mann L, Kleinpaul JF, Pereira Moro AR, Mota CB, Carpes FP. Effect of low back pain on postural stability in younger women: influence of visual deprivation. J Bodyw Mov Ther 2010; 14(4): 361-6.
10. Gold JE, Punnett L, Cherniack M, Wegman DH. Digital vibration threshold testing and ergonomic stressors in automobile manufacturing workers: A cross-sectional assessment. Ergonomics 2005; 48(1): 66-77.
11. Macedo LG, Hodges PW, Bostick G, Hancock M, Laberge M, Hanna S, et al. Which exercise for low back pain? (WELBack) trial predicting response to exercise treatments for patients with low back pain: A validation randomised controlled trial protocol. BMJ Open 2021; 11(1): e042792.
12. Louw A, Puentedura EJ, Diener I, Zimney KJ, Cox T. Pain neuroscience education: Which pain neuroscience education metaphor worked best? S Afr J Physiother 2019; 75(1): 1329.
13. Hodges PW, Van Dillen LR, McGill S, Brumagne S, Hides JA, Moseley GL. Integrated clinical approach to motor control interventions in low back and pelvic pain. In: Hodges PW, Cholewicki J, Van Dillen LR, editors. Spinal control: The rehabilitation of back pain: State of the art and science. Edinburgh, UK: Churchill Livingstone; 2013. p. 243-309.
14. Oliva-Lozano JM, Muyor JM. Core muscle activity during physical fitness exercises: A systematic review. Int J Environ Res Public Health 2020; 17(12).
15. Effect of whole body vibration on the electromyographic activity of core stabilizer muscles: WBV on core stabilizer muscles. J Bodyw Mov Ther 2021; 25: 1-5.
16. Perraton L, Machotka Z, Kumar S. Whole-body vibration to treat low back pain: Fact or fad? Physiother Can

Proof Version

2011; 63(1): 88-93.
17. Cochrane DJ, Stannard SR, Firth EC, Rittweger J. Acute whole-body vibration elicits post-activation potentiation. Eur J Appl Physiol 2010; 108(2): 311-9.
18. Wang W, Wang S, Lin W, Li X, Andersen LL, Wang Y. Efficacy of whole body vibration therapy on pain and functional ability in people with non-specific low back pain: A systematic review. BMC Complement Med Ther 2020; 20(1): 158.
19. Zaidell LN, Mileva KN, Sumners DP, Bowtell JL. Experimental evidence of the tonic vibration reflex during whole-body vibration of the loaded and unloaded leg. PLoS One 2013; 8(12): e85247.
20. Rittweger J, Mutschelknauss M, Felsenberg D. Acute changes in neuromuscular excitability after exhaustive whole body vibration exercise as compared to exhaustion by squatting exercise. Clin Physiol Funct Imaging 2003; 23(2): 81-6.
21. Zheng YL, Zhang ZJ, Peng MS, Hu HY, Zhang J, Wang XQ. Whole-body vibration exercise for low back pain: A meta-analysis protocol of randomized controlled trial. Medicine (Baltimore) 2018; 97(38): e12534.
22. Patterson F, Miralami R, Tansey KE, Prabhu RK, Priddy LB. Deleterious effects of whole-body vibration on the spine: A review of in vivo, ex vivo, and in vitro models. Animal Model Exp Med 2021; 4(2): 77-86.
23. Cigdem KB, Sahbaz T, Gurtekin B, Yildiz S, Ozcan E. Effectiveness of whole-body vibration exercise and core stabilization exercise in chronic non-specific low back pain: A randomized-controlled study. Turk J Phys Med Rehabil 2022; 68(2): 184-94.
24. Tariq N, Khan Z, Veqar Z. Effect of whole-body vibration on balance or proprioception in nonspecific chronic low back pain: A systematic review. J Chiropr Med 2023; 22(4): 284-93.
25. Kim H, Kwon BS, Park JW, Lee H, Nam K, Park T, et al. Effect of whole body horizontal vibration exercise in chronic low back pain patients: Vertical versus horizontal vibration exercise. Ann Rehabil Med 2018; 42(6): 804-13.
26. Hill JC, Whitehurst DG, Lewis M, Bryan S, Dunn KM, Foster NE, et al. Comparison of stratified primary care management for low back pain with current best practice (STarT Back): A randomised controlled trial. Lancet 2011; 378(9802): 1560-71.
27. Hill JC, Dunn KM, Lewis M, Mullis R, Main CJ, Foster NE, et al. A primary care back pain screening tool: identifying patient subgroups for initial treatment. Arthritis Rheum 2008; 59(5): 632-41.
28. Abedi M, Manshadi FD, Khalkhali M, Mousavi SJ, Baghban AA, Montazeri A, et al. Translation and validation of the Persian version of the STarT Back Screening Tool in patients with nonspecific low back pain. Man Ther 2015; 20(6): 850-4.
29. Bijur PE, Silver W, Gallagher EJ. Reliability of the visual analog scale for measurement of acute pain. Acad Emerg Med 2001; 8(12): 1153-7.
30. Arifin N, Abu Osman NA, Wan Abas WA. Intrarater test-retest reliability of static and dynamic stability indexes measurement using the Biodex Stability System during unilateral stance. J Appl Biomech 2014; 30(2): 300-4.
31. Osugi T, Iwamoto J, Yamazaki M, Takakuwa M. Effect of a combination of whole body vibration exercise and squat training on body balance, muscle power, and walking ability in the elderly. Ther Clin Risk Manag 2014; 10: 131-8.
32. Alam MM, Khan AA, Farooq M. Effect of whole-body vibration on neuromuscular performance: A literature review. Work 2018; 59(4): 571-83.
33. Hodges P. Which exercise for chronic low back pain? (NHMRC Project Grant administered by the University of Sydney) (2007–2010). Sydney, Australia: University of Sydney; 2007.
34. Micke F, Weissenfels A, Wirtz N, von SS, Dormann U, Kohl M, et al. Similar pain intensity reductions and trunk strength improvements following whole-body electromyostimulation vs. whole-body vibration vs. conventional back-strengthening training in chronic non-specific low back pain patients: A three-armed randomized controlled trial. Front Physiol 2021; 12: 664991.
35. Armstrong RA. When to use the Bonferroni correction. Ophthalmic Physiol Opt 2014; 34(5): 502-8.
36. Pourmohammadi M, Tagharrobi Z, Sharifi K, Sooki Z, Zare Joshaghani F. Effect of auriculotherapy on sleep quality in elderly with chronic low back pain: A single-blind randomized clinical trial. Complement Med J 2021; 10(4): 308-27.
37. Saragiotto BT, Maher CG, Yamato TP, Costa LOP, Costa LCM, Ostelo RWJG, et al. motor control exercise for nonspecific low back pain: a cochrane review. Spine (Phila Pa 1976) 2016; 41(16): 1284-95.
38. Gorji SM, Mohammadi Nia SH, Watt P, Henrique MP, Oliveira R. Pain neuroscience education and motor control exercises versus core stability exercises on pain, disability, and balance in women with chronic low back pain. Int J Environ Res Public Health 2022; 19(5).
39. Paungmali A, Joseph LH, Punturee K, Sitilertpisan P, Pirunsan U, Uthaikhup S. Immediate effects of core

Proof Version

stabilization exercise on beta-endorphin and cortisol levels among patients with chronic nonspecific low back pain: A randomized crossover design. J Manipulative Physiol Ther 2018; 41(3): 181-8.
40. Chimenti RL, Frey-Law LA, Sluka KA. A mechanism-based approach to physical therapist management of pain. Phys Ther 2018; 98(5): 302-14.
41. Kwon SH, Oh SJ, Kim DH. The effects of lumbar stabilization exercise on transversus abdominis muscle activation capacity and function in low back pain patients. Isokinetics and Exercise Science 2020; 28(2): 147-52.
42. Ibrahim AA, Akindele MO, Ganiyu SO. Effectiveness of patient education plus motor control exercise versus patient education alone versus motor control exercise alone for rural community-dwelling adults with chronic low back pain: A randomised clinical trial. BMC Musculoskelet Disord 2023; 24(1): 142.
43. Dong Y, Wang W, Zheng J, Chen S, Qiao J, Wang X. Whole body vibration exercise for chronic musculoskeletal pain: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. Arch Phys Med Rehabil 2019; 100(11): 2167-78.
44. Marin PJ, Garcia-Gutierrez MT, Da Silva-Grigoletto ME, Hazell TJ. The addition of synchronous whole-body vibration to battling rope exercise increases skeletal muscle activity. J Musculoskelet Neuronal Interact 2015; 15(3): 240-8.
45. Donahue RB, Vingren JL, Duplanty AA, Levitt DE, Luk HY, Kraemer WJ. Acute effect of whole-body vibration warm-up on footspeed quickness. J Strength Cond Res 2016; 30(8): 2286-91.
46. Chang SF, Lin PC, Yang RS, Yang RJ. The preliminary effect of whole-body vibration intervention on improving the skeletal muscle mass index, physical fitness, and quality of life among older people with sarcopenia. BMC Geriatr 2018; 18(1): 17.
47. del Pozo-Cruz B, Hernandez Mocholi MA, Adsuar JC, Parraca JA, Muro I, Gusi N. Effects of whole body vibration therapy on main outcome measures for chronic non-specific low back pain: A single-blind randomized controlled trial. J Rehabil Med 2011; 43(8): 689-94.
48. Demoulin C, Crielaard JM, Vanderthommen M. Spinal muscle evaluation in healthy individuals and low-back-pain patients: A literature review. Joint Bone Spine 2007; 74(1): 9-13.
49. Ong A, Anderson J, Roche J. A pilot study of the prevalence of lumbar disc degeneration in elite athletes with lower back pain at the Sydney 2000 Olympic Games. Br J Sports Med 2003; 37(3): 263-6.
50. Omkar SN, Vishwas S, Tech B. Yoga techniques as a means of core stability training. J Bodyw Mov Ther 2009; 13(1): 98-103.
51. Jeffreys I. Developing a progressive core stability program. Strength Conditioning J 2002; 24(5): 65-6.
52. Detmar SB, Aaronson NK. Quality of life assessment in daily clinical oncology practice: A feasibility study. European Journal of Cancer 1998; 34(8): 1181-6.
53. Kang SH, Kim CW, Kim YI, Kim KB, Lee SS, Shin KO. Alterations of muscular strength and left and right limb balance in weightlifters after an 8-week balance training program. J Phys Ther Sci 2013; 25(7): 895-900.
54. Behm DG, Anderson K, Curnew RS. Muscle force and activation under stable and unstable conditions. J Strength Cond Res 2002; 16(3): 416-22.
55. Gardner T, Refshauge K, McAuley J, Hubscher M, Goodall S, Smith L. Combined education and patient-led goal setting intervention reduced chronic low back pain disability and intensity at 12 months: A randomised controlled trial. Br J Sports Med 2019; 53(22): 1424-31.
56. Dolbow J, Throckmorton Z. Neuroanatomy, spinal cord myotatic reflex. In: StatPearls. Treasure Island, FL: StatPearls Publishing; 2022.
57. Lai Z, Lee S, Chen Y, Wang L. Comparison of whole-body vibration training and quadriceps strength training on physical function and neuromuscular function of individuals with knee osteoarthritis: A randomised clinical trial. J Exerc Sci Fit 2021; 19(3): 150-7.
58. Chaltron C. Influence of whole body vibration on hamstrings neuromuscular function in healthy individuals. Toledo, OH: ToledoUniversity of Toledo; 2020.
59. Delecluse C, Roelants M, Verschueren S. Strength increase after whole-body vibration compared with resistance training. Med Sci Sports Exerc 2003; 35(6): 1033-41.
60. Arinli Y, Umutlu G, Pehlevan Z. The interactions between agonist-to-antagonist muscle strength performance and plantar pressure distribution, foot contact area, and impulse in novice ballet dancers. J Back Musculoskelet Rehabil 2023; 36(6): 1385-97.
61. Lidiane CC, Edgar R, Daniel T, Samara A, Rafael L, da Costa KSA, et al. Whole body vibration on the neuromuscular performance of elderls: randomized controlled trial. Phys Occup Ther Geriatr 2023; 41(1): 75-88.
62. Shadmehr A. The effects of whole body vibration on balance disorders. Aud Vestib Res. 2017; 22(1): 1-9.

Proof Version

DOI: 10.48305/jrrs.2023.42112.1066 Published by Vesnu Publications

Motor Control Approach with and without Whole Body Vibration Affects Pain, Static and Dynamic Balance in Female Nurses with Non-Specific Chronic Low Back Pain: Randomized Clinical Trial

Raziyeh Karimi[1], Seyed Sadredin Shojaedin[2], Raghad Mimar[3]

Original Article

Abstract

Introduction: Chronic non-specific low back pain is one of the prevalent musculoskeletal disorders among nurses, which imposes significant burdens on the society. The present research aimed to investigating the effect of motor control approach with and without whole-body vibration on pain, static and dynamic balance of the female nurses with chronic non-specific low back pain.

Materials and Methods: The statistical sample consisted of 75 female nurses with chronic non-specific back pain and with a history of pain for more than three months, who were randomly divided into three groups: the combined group (movement control with whole-body vibration), the movement-control group and the control group. The pain intensity was measured by visual analog scale and static and dynamic balance were measured using the Biodex balance meter. Tests were conducted before and after eight weeks. The Shapiro-wilk test was used to check if the data were normally distributed; parametric ANOVA and non-parametric Kruskal-wallis tests were used if the distribution followed normal one or not respectively.

Results: The research results showed a significant difference ($P < 0.001$) in pain intensity, static and dynamic balance between the combined and movement-control groups and the control group, however, no significant difference ($P > 0.05$) was observed between the combined and movement-control groups.

Conclusion: It seems that exercise improves the symptoms of chronic non-specific back pain in female nurses, and both exercise approaches were equally effective.

Keywords: Chronic non-specific low back pain; Pain; Balance; Nurse

Citation: Karimi R, Shojaedin SS, Mimar R. **Motor Control Approach with and without Whole Body Vibration Affects Pain, Static and Dynamic Balance in Female Nurses with Non-Specific Chronic Low Back Pain: Randomized Clinical Trial.** J Res Rehabil Sci 2023; 19.

Received date: 30.01.2023 Accept date: 11.03.2023 Published: 04.04.2023

Proof Version

1- PhD Candidate of Corrective Exercises and Sports Pathology, School of Physical Education, Kharazmi University, Tehran, Iran
2- Associate Professor, Department of Biomechanics and Sports Pathology, School of Physical Education, Kharazmi University, Tehran, Iran
3- Assistant Professor, Department of Biomechanics and Sports Pathology, School of Physical Education, Kharazmi University, Tehran, Iran
Corresponding Author: Seyed Sadredin Shojaedin; A Associate Professor, Department of Biomechanics and Sports Pathology, School of Physical Education, Kharazmi University, Tehran, Iran; Email: shojaeddin@khu.ac.ir