نشریه پژوهش در توانبخشی ورزشی
دوره ۸، شماره ۱۵، بهار و تابستان ۱۳۹۹
۱۲۶-۱۱۵

WWW.RSR.BASU.AC.IR

تأثیر هشت هفته تمرین ترکیبی در آب بر درد و نوسانات پاسچر در زنان مبتلا به کمردرد مزمن غیراختصاصی

زهرا رئیسی[1*]، مهسا عسگری[2]، آفتاب زارعلی[2]

۱. استادیار، آسیب شناسی و حرکات اصلاحی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه اراک
۲ و ۳. دانشجوی کارشناسی ارشد، آسیب شناسی و حرکات اصلاحی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه اراک

دریافت ۸ آذر ۱۳۹۹؛ پذیرش ۱۸ اسفند ۱۳۹۹

مقاله پژوهشی

واژگان کلیدی

پیاده‌روی

تقویت ناحیه مرکزی

مرکز فشار کف‌پایی

کنترل پاسچر

چکیده

زمینه و هدف: کمردرد یکی از شایع‌ترین و پرهزینه‌ترین مشکلات پزشکی در جوامع امروز است. هدف از مطالعه‌ی حاضر تأثیر هشت هفته تمرین درمانی با ترکیبی از تمرینات پیاده‌روی و تقویت عضلات مرکزی در آب بر درد و نوسانات پاسچر در زنان مبتلا به کمردرد مزمن غیراختصاصی بود.

روش بررسی: ۲۰ زن مبتلا به کمردرد مزمن غیراختصاصی در دو گروه تجربی و کنترل در مطالعه حاضر شرکت کردند. بیماران در گروه تجربی هشت هفته (سه جلسه در هر هفته) تمرینات ترکیبی (پیاده‌روی و تقویت عضلات مرکزی) در آب را انجام دادند. بیماران در گروه کنترل در این مدت تحت درمان خاصی قرار نداشتند. قبل و بعد از مداخله درد و نوسانات پاسچر به ترتیب با استفاده از مقیاس سنجش بصری درد و دستگاه اندازه‌گیری فشار کف‌پایی ثبت شد. از نرم‌افزار SPSS ۲۱ برای تجزیه و تحلیل اطلاعات آماری استفاده شد ($p\leq ۰/۰۵$).

یافته‌ها: نتایج به‌دست آمده در متغیرهای درد ($p=۰/۰۰۰$)، نوسانات قدامی خلفی ($p=۰/۰۰۱$)، محدوده نوسانات ($p=۰/۰۲$)، طول مسیر مرکز فشار ($p=۰/۰۰۸$) و سرعت نوسانات ($p=۰/۰۰۹$) پس از هشت هفته تمرین درمانی در گروه تجربی تفاوت معنی‌داری نشان داد. در متغیر نوسانات داخلی خارجی گروه تجربی و هیچ یک از متغیرهای گروه کنترل تفاوت معنی‌داری پس از گذشت هشت هفته مشاهده نشد ($p>۰/۰۵$).

نتیجه‌گیری: با توجه به نتایج به‌دست آمده استفاده از پروتکل ترکیبی در محیط آب بر روی کاهش درد و نوسانات پاسچر در بیماران مبتلا به کمردرد مزمن غیراختصاصی مؤثر واقع شد. بنابراین استفاده از پروتکل مطالعه حاضر در ترکیب با محیط آب جهت بهبود تعادل و درمان این بیماران پیشنهاد می‌شود.

* اطلاعات نویسنده مسئول. تلفن: ۰۹۱۳۳۸۴۸۶۳۶
پست الکترونیکی: Z_raisi13@yahoo.com
شناسه دیجیتال (DOI): 10.22084/RSR.2021.23799.1559

مقدمه

کمردرد یکی از شایع‌ترین و پرهزینه‌ترین مشکلات پزشکی در جامعه مدرن است. بین ۷۰ تا ۸۵ درصد افراد در طول عمر خود کمردرد را تجربه می‌کنند (ساگینی و همکاران[1]، ۲۰۰۴). کمردرد مزمن یکی از انواع کمردرد بر اساس تقسیم‌بندی مدت زمان ابتلا به درد در افراد است که به درد طولانی‌تر از سه ماه اطلاق می‌شود. کمردرد مزمن در تقسیم‌بندی به دو گروه اختصاصی و غیراختصاصی تقسیم می‌شود که اکثریت قریب به اتفاق (۹۰٪) آن، غیراختصاصی (علائم بدون دلیل خاص) هستند (کین[2]، ۲۰۱۷). با این وجود، فقط ۱۵٪ از بیماران مبتلا به کمردرد تشخیص قطعی را دریافت می‌کنند چرا که برقرار کردن ارتباط بین علائم بیمار، نتایج تصویربرداری و تغییرات فیزیولوژیکی با یکدیگر اغلب دشوار است. همین امر تشخیص قطعی را به یک چالش برای پزشکان هنگام تعیین مناسب‌ترین روش درمانی مبدل ساخته است (ساگینی و همکاران، ۲۰۰۴).

آتروفی عضلات ستون فقرات، کاهش قدرت، کاهش سطح فعالیت، کاهش آمادگی قلبی عروقی، استقامت عضلات و انعطاف‌پذیری و همچنین کاهش تحریک قشری عضلات پاراورتبرال، کیفیت خواب پایین‌تر، علائم افسردگی و ترس از حرکت در بیماران مبتلا به کمردرد نشان داده شده است و تصور می‌شود که این علائم در کاهش فعالیت روزانه و مزمن بودن درد نقش دارد (داگنی و همکاران[3]، ۲۰۰۸؛ ساگینی و همکاران، ۲۰۰۴؛ یلفانی و همکاران[4]، ۲۰۱۹). فراتر از این، در کمردرد مزمن شواهدی از اختلال در عملکرد حرکتی عضلات خاص تنه وجود دارد. پیش از این اذعان شده است که عضلات عمقی تنه، به‌ویژه عرضی شکمی، سفتی آناتومیکی و بیومکانیکی را در ستون فقرات کمری فراهم می‌کند و به‌طور بالقوه یک نقش محافظتی برای ستون فقرات به‌وجود می‌آورد (داگنی و همکاران، ۲۰۰۸). مشخص شده است که عملکرد نامناسب عضله عرضی شکمی از جمله تأخیر در زمان فعالیت آن، بیماران مبتلا به کمردرد را تحت تأثیر خود قرار می‌دهد. نقص در توانایی انقباض این عضله در ورزشکاران با کمردرد و همچنین تأخیر در فعال‌سازی آن در تنظیمات پاسچرال مشاهده شده است (یلفانی و همکاران، ۲۰۲۰). برای حفظ تعادل علاوه بر دریافت مناسب ورودی‌های سیستم حس عمقی، دهلیزی، بصری و برخورداری از دامنه‌ی حرکتی کافی، قدرت و استقامت مناسب عضلانی، به نظم در ترتیب بکارگیری عضلات نیز نیاز است. در مطالعات پیشین نشان داده شده است که الگوهای بکارگیری عضله در افراد مبتلا به کمردرد در مقایسه با افرادی که کمردرد را تجربه نمی‌کنند، متفاوت است (لیو آمبروز و همکاران[5]، ۲۰۰۲؛ کافارو و همکاران[6]، ۲۰۱۴). علاوه بر موارد ذکر شده، کمردرد نقش مهمی در تغییر مکانیزم‌های کنترل تعادل و در نتیجه کاهش کنترل تعادل در مبتلایان به این بیماری دارد (فراست و براون[7]، ۲۰۱۶). تحقیقات نوروفیزیولوژیک، رابطه‌ی بین کمردرد و آسیب گیرنده‌های مکانیکی و اختلال جنبه‌های مختلف حس عمقی را نشان داده است. افرادی که دچار کمردرد هستند، نوسان وضعیتی بیشتری دارند و نسبت به افرادی که کمردرد ندارند، توانایی کمتری در حفظ تعادل خود به هنگام تغییر وضعیت نشان می‌دهند (خلخالی زاویه و همکاران[8]، ۲۰۰۹).

از آنجائی‌که احساس درد موجب کاهش حرکات در بیماران مبتلا به کمردرد مزمن می‌شود، این افراد غالباً به ضعف در قدرت عضلات مرکزی دچار می‌شوند. بنابراین توجه به تمرینات مختلفی که ضعف عضلانی را در این افراد کاهش می‌دهد، می‌تواند در درمان آنها مؤثر واقع شود. انجام تمرینات می‌تواند قدرت اکستنشن پشت، موبیلیتی، استقامت و ناتوانی عملکردی را بهبود ببخشد (کافارو و همکاران، ۲۰۱۴؛ گارگ و همکاران[9]، ۲۰۲۰). تمرینات مختلفی از جمله تمرینات ثبات‌دهنده کمر، تمرینات کنترل حرکتی، تمرینات ناحیه مرکزی، تمرینات فلکشن کمر، تمرینات پیاده‌روی و تمرینات بریسینگ برای کاهش کمردرد مزمن پیشنهاد شده‌اند. این تمرینات بر ثبات کمر و تقویت ناحیه مرکزی تمرکز دارد (یلفانی و همکاران، ۲۰۲۰؛ سو و همکاران[10]، ۲۰۱۹). علاوه بر نوع تمرینات، محیط انجام آنها نیز نقش مؤثری در نتایج به‌دست آمده دارد (ساگینی و همکاران، ۲۰۰۴). اخیراً از روش‌های درمانی

1. Saggini et al.
2. Keane
3. Dagenais et al.
4. Yalfani et al.
5. Liu-Ambrose et al.
6. Caffaro et al.
7. Frost & Brown
۸. Kahlkhali Zavieh et al.
9. Garg et al.
10. Suh et al.

مبتنی بر آب در درمان آسیب‌های اسکلتی عضلانی استفاده می‌شود. خواص شناوری، بایونسی و مقاومت آب موجب افزایش کیفیت تمرینات انجام شده می‌شود. همچنین غوطه‌ور شدن در آب بار محوری بر ستون فقرات را کاهش می‌دهد و موجب کاهش درد افراد حین انجام تمرینات می‌شود. افراد در محیط آب با سهولت بیشتر، حرکات را در دامنه‌ی حرکتی بزرگ‌تر و با شدت بیشتری نسبت به خشکی انجام می‌دهند. علاوه بر این موارد، استفاده از محیط آب به دلیل ماهیت کم خطر به‌عنوان یک محیط بر هم‌زننده تعادل با توجه به برخورداری از ویژگی‌هایی همچون فشار هیدرواستاتیک، چسبندگی و همچنین امکان افزایش بازخوردهای حسی و حس عمقی با فراهم نمودن شرایطی برای به چالش کشیدن سیستم تعادلی می‌تواند شیوه مؤثری در بهبود تعادل باشد (یلفانی و همکاران، ۲۰۱۷؛ یلفانی و همکاران، ۲۰۱۸؛ ساگینی و همکاران، ۲۰۰۴).

یکی از رویکردهایی که در پروتکل‌های تمرینی به‌کار برده شده برای بیماران مبتلا به کمردرد مزمن، توسط پزشکان مورد استفاده قرار می‌گیرد تمرکز بر فعال کردن اختصاصی «تثبیت کننده‌های لوکال» مانند عضلات عرضی شکم و مولتی فیدوس کمری است که تصور می‌شود در حین حرکت پویا و بارگیری ستون فقرات نقش بزرگی در تثبیت‌کنندگی دارند (ریچاردسون و جول[1]، ۱۹۹۵). همچنین در نتایج مطالعه‌ی سو و همکاران نشان داده شد که پیاده‌روی اثر مهمی در تقویت کمر دارد. پیاده‌روی به عنوان گزینه مناسبی برای ورزش‌های عمومی و برنامه‌های توانبخشی، به‌عنوان یک انتخاب خوب پذیرفته شده، زیرا باعث تقویت عضلات کمر و کنترل بهتر حرکت می‌شود (سو و همکاران، ۲۰۱۹). تحقیقات نشان می‌دهد که فعال شدن عضلات تثبیت‌کننده برای افزایش پایداری در ناحیه کمر اهمیت دارد (ورا گارسیا و همکاران[2]، ۲۰۰۷؛ کاوچیچ و همکاران[3]، ۲۰۰۴). اگرچه انواع مختلفی از روش‌های درمانی برای مدیریت و درمان کمردرد مزمن وجود دارد، اما «استاندارد طلایی» برای درمان این بیماری وجود ندارد. از طرفی تمرین درمانیِ تحت نظارت، توسط دستورالعمل‌های اروپایی برای مدیریت کمردرد مزمن غیراختصاصی به‌عنوان خط اول درمان توصیه می‌شود (کین و همکاران، ۲۰۱۷). از این‌رو، انتخاب تمرینات برای مبتلایان به کمردرد مزمن تا حد زیادی به ترجیح بیماران و یا درمانگران و همچنین هزینه و ایمنی بستگی دارد (یلفانی و همکاران، ۲۰۲۰؛ کین و همکاران، ۲۰۱۷). مهم است که یک تمرین درمانی ساده، مقرون به صرفه و به لحاظ انجام برای بیمار آسان و همراه با حداکثر رضایت باشد. به‌نظر می‌رسد پروتکل جامعی از ترکیب تمرینات مختلف و محیط آب می‌تواند به کاهش درد و نوسانات پاسچر بیماران مبتلا به کمردرد مزمن غیراختصاصی کمک بیشتری نماید. بنابراین هدف از مطالعه‌ی حاضر تأثیر هشت هفته تمرین درمانی با ترکیبی از تمرینات پیاده‌روی و تقویت عضلات مرکزی بر درد و نوسانات پاسچر در زنان مبتلا به کمردرد مزمن غیراختصاصی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

۲۰ زن مبتلا به کمردرد مزمن غیراختصاصی پس از آشنایی با مراحل انجام پژوهش، به‌صورت داوطلبانه و با پرکردن فرم رضایت‌نامه فردی در مطالعه حاضر شرکت کردند. حجم نمونه با استفاده از نرم‌افزار جی پاور[4] برای آزمون آماری آنالیز واریانس با طرح اندازه‌گیری مکرر با اندازه اثر ۰/۵ و توان آماری ۰/۸۵ معادل ۱۸ نفر برآورد گردید که محققین با در نظر گرفتن امکان ریزش نمونه‌ها از بین افراد داوطلبی که از طریق فراخوان پژوهش مراجعه کرده بودند، تعداد ۲۰ نفر را به‌صورت تصادفی و با توجه به معیارهای ورود به مطالعه انتخاب کردند. معیارهای ورود به مطالعه شامل ابتلا به کمردرد مزمن غیراختصاصی (با سابقه‌ی درد حداقل ۳ ماه) به تشخیص پزشک متخصص، عدم ابتلا به بیماری‌های قلبی تنفسی، عصبی عضلانی و دیابت، نداشتن سابقه جراحی، شکستگی، آسیب‌های جدی در ستون فقرات از جمله فتق دیسک، نداشتن ناهنجاری‌های بارز ساختاری در ستون فقرات و اختلاف طول پاها بود (یلفانی و همکاران، ۲۰۱۷، ۲۰۱۸، ۲۰۲۰). در صورتی‌که آزمودنی‌ها در جلسات تمرینی مشارکت منظم نداشتند (دو جلسه متوالی و سه جلسه غیرمتوالی) از مطالعه خارج می‌شدند. شرکت‌کنندگان به‌صورت تصادفی به دو گروه تجربی (تمرین درمانی در آب) و کنترل تقسیم شدند. افراد در گروه تجربی به مدت هشت هفته سه جلسه در هر هفته تمرینات منتخب از پروتکل‌های

1. Richardson & Jull
2. Vera-Garcia et al.
3. Kavcic et al.
4. G-Power

(تمرینات راه رفتن، تقویتی ثبات مرکزی و تمرینات ثبات دهنده کمر) را انجام دادند. در این مدت گروه کنترل تحت درمان خاصی قرار نداشتند.

پروتکل تمرینی مطالعه حاضر در سه فاز انجام شد. فاز اول با هدف کاهش درد و توانایی به‌دست آوردن و حفظ پاسچر صحیح، افزایش استقامت عضلات پاسچرال تنه، ثبات دهنده‌های شکمی و عضلات هیپ، فاز دوم افزایش دامنه حرکتی و توانایی افزایش تولید نیرو توسط عضلات تنه در بازه‌ی زمانی طولانی‌تر بدون احساس درد و فاز سوم شامل تثبیت دامنه حرکتی بدون درد و افزایش توانایی کنترل دینامیک پاسچر و استقامت عضلانی بود (ساگینی و همکاران، ۲۰۰۴). در ابتدا نحوه‌ی صحیح کنترل پاسچر و ایستادن بدون ایجاد تیلت در لگن و راه رفتن با حفظ پاسچر صحیح به آزمودنی‌ها آموزش داده شد. مانور توکشیدن شکم و تکنیک بریسینگ شکمی در حالت ایستاده نیز به آزمودنی‌ها آموزش داده شد. این تمرینات در هر جلسه تکرار می‌شد و با توجه به افزایش استقامت آزمودنی مدت زمان انجام آن افزایش می‌یافت. تمرینات راه رفتن در دو هفته اول به‌صورت ساده و بدون مقاومت در جهت‌های روبه‌رو و به سمت عقب با طول گام‌های کوتاه انجام شد. سپس با پیشرفت جلسات تمرینی در دو هفته دوم راه رفتن با گام‌های کشیده از پهلو و مورب (در دو جهت مستقیم و پهلو) به تمرینات اضافه گردید و سعی در افزایش سرعت راه رفتن در تمرینات قبلی بود. دو هفته سوم تمرینات راه رفتن به پهلو و مورب (در دو جهت پهلو و مستقیم) در جهت عقب نیز انجام شد. در دو هفته آخر از وزنه‌های مچ پا برای اعمال مقاومت بیشتر استفاده شد. در طول این مدت، همچنان بر افزایش سرعت راه رفتن در تمرینات ساده‌تر که مربوط به هفته‌های قبل بود تأکید می شد (سو و همکاران، ۲۰۱۹). در تمام مدت انجام تمرینات راه رفتن که از هشت دقیقه در هفته اول شروع و با افزایش تمرینات به بیست دقیقه در هفته‌های آخر رسید از آزمودنی خواسته می‌شد مانور توکشیدن شکم را تا حد امکان و بدون درد رعایت کند. همچنین از آنها خواسته شد با کمر و پشت صاف راه روند و در صورت نیاز از بیرون بازخورد لازم در رابطه با اصلاحات مورد نیاز به آنها داده می‌شد. تمرینات کششی شامل کشش عضلات اکستنسور پشتی و مربع کمری، همسترینگ، چهارسر رانی، ابداکتور و اداکتورها، عضلات دو قلو و سولئوس بود (کین و همکاران، ۲۰۱۷). در ادامه تمرینات نشستن و برخاستن همراه با بریسینگ شکمی، اسکات با حمایت دیواره استخر از پشت سر، لانژ در دامنه حرکتی بسته در چهار هفته اول همراه با بریسینگ شکمی که در ادامه تمرینات به صورت تک پا و با وزنه انجام می‌شد و در دو هفته آخر وزنه‌های دست هم اضافه گردید. بالا آوردن پاها و نگهداشتن آنها از روبه‌رو و پهلو که با پیشرفت آزمودنی‌ها در ادامه همراه با وزنه بود. چرخش تنه همراه با حرکت دست‌ها، این تمرین در دو هفته اول بدون وزنه خارجی و در هفته‌های بعدی همراه با وزنه‌های از ۱ کیلوگرم انجام شد. در ادامه با افزایش توانایی هر آزمودنی میزان مقاومت افزایش می‌یافت. در چهار هفته آخر تمرینات حرکت پای دوچرخه با کمک گرفتن از دیواره استخر، تلاش برای حفظ تعادل روی یک پا همراه با بریسینگ شکمی و حفظ تعادل لگن نیز به تمرینات قبلی اضافه شد (جدول ۱) (ساگینی، ۲۰۰۴؛ یلفانی، ۲۰۲۰؛ سو و همکاران، ۲۰۱۹؛ یلفانی و همکاران، ۲۰۱۸؛ یلفانی و همکاران، ۲۰۱۷).

از مقیاس دیداری سنجش درد، به منظور اندازه‌گیری میزان درد استفاده شد. مقیاس دیداری درد، نوار افقی به طول ۱۰ سانتی‌متر است. یک انتهای آن «صفر» یعنی بدون درد و انتهای دیگر آن عدد «۱۰» یعنی شدیدترین میزان درد ممکن در نظر گرفته می‌شود. از بیمار خواسته شد تا ضمن نگاه کردن به پیوستار این مقیاس عینی، میزان دردی که در ناحیه کمر خود احساس می‌نمایند را روی آن تعیین کنند. میزان پایایی این مقیاس، طبق پژوهش‌های قبلی ۰/۹۱ گزارش شده است (یلفانی و همکاران، ۲۰۲۰).

برای ارزیابی نوسانات پاسچر در مطالعه‌ی حاضر از دستگاه فوت پرشر مدل Foot pressing FDM-S ساخت کمپانی زبریس آلمان استفاده شد. صفحه‌ی اندازه‌گیری فشار کف‌پایی با ابعاد ۵۴*۳۴ سانتی‌متر، دارای ۲۵۶۰ سنسور با حساسیت بالا است که میزان فشار را در دامنه‌ی ۱۲۰-۱ نیوتن بر سانتی‌متر مربع ثبت می‌کند (یلفانی و رئیسی، ۲۰۱۵). در توضیح تست از آزمودنی‌ها خواسته شد با کمترین نوسانات به مدت بیست ثانیه بر روی صفحه اندازه‌گیری مرکز فشار بایستند. در طول مدت زمان تست آزمودنی‌ها به نقطه‌ی مشخصی که در فاصله ۳ متری روبه روی آنها قرار داشت نگاه می‌کردند. هر تست سه مرتبه تکرار شد و میانگین داده‌های سه تست به‌عنوان داده‌ی

نهایی ثبت و مورد آنالیز قرار گرفت. اطلاعات مربوط به نوسانات در جهت‌های قدامی‌خلفی و داخلی‌خارجی، طول، محدوده و همچنین سرعت نوسانات مرکز فشار از نرم‌افزار WINFDMS خارج شدند. اطلاعات مربوط به متغیرهای فشار کف‌پایی یک روز قبل از شروع تمرینات به‌عنوان پیش آزمون و یک روز پس از آخرین جلسه تمرینی به عنوان پس آزمون جمع‌آوری شدند.

به منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها نرم‌افزار SPSS-۲۱ به کار برده شد. از آزمون آماری شاپیرو ویلک جهت بررسی نرمال بودن توزیع داده‌ها استفاده شد. از آنالیز واریانس با طرح اندازه‌گیری مکرر برای بررسی تفاوت گروه‌ها استفاده گردید. در صورت وجود تفاوت معنی‌دار از تست تعقیبی بنفرونی برای مقایسه جفتی میانگین‌ها استفاده شد. سطح معنی‌داری نتایج آماری در محاسبات نیز ($p\leq ۰/۰۵$) در نظر گرفته شد.

جدول ۱: پروتکل تمرینی استفاده شده در مطالعه حاضر

دو هفته اول	دو هفته دوم	دو هفته سوم	دو هفته چهارم
آموزش نحوه صحیح کنترل پاسچر	راه رفتن ساده در جهات روبه‌رو و به سمت عقب با گام‌های کشیده‌تر نسبت به دو هفته قبل* (۸ دقیقه)	راه رفتن ساده با گام‌های کشیده در جهات روبه‌رو و عقب* (۱۰ دقیقه)	راه رفتن ساده با گام‌های کشیده در جهات روبه‌رو و عقب* (۱۰ دقیقه)
آموزش راه رفتن با حفظ پاسچر صحیح	راه رفتن با گام‌های کشیده پهلو و مورب* (۵ دقیقه)	راه رفتن با گام‌های کشیده پهلو و مورب همراه با تأکید بر افزایش طول گام‌ها نسبت به جلسات قبل تمرین* (۱۰ دقیقه)	راه رفتن با گام‌های کشیده پهلو و مورب همراه با تأکید بر افزایش طول گام‌ها نسبت به جلسات قبل تمرین* (۱۰ دقیقه)
آموزش مانور توکشیدن شکم و تکنیک بریسینگ شکمی	تمرینات کششی†	تمرینات کششی†	تمرینات کششی†
راه رفتن ساده در جهات روبه‌رو و به سمت عقب با گام‌های کوتاه (شروع از ۵ دقیقه تا ۸ دقیقه افزایش مدت زمان)	نشستن و برخاستن همراه با بریسینگ شکمی (۳ ست با ۱۲ تکرار)	نشستن و برخاستن همراه با بریسینگ شکمی (وزنه ۱/۵ کیلوگرمی در دست‌ها اضافه گردید) (۳ ست با ۸ تکرار)	نشستن و برخاستن همراه با بریسینگ شکمی (وزنه ۲ کیلوگرمی در دست‌ها اضافه گردید) (۳ ست با ۱۲ تکرار)
تمرینات کششی†	اسکات با حمایت دیواره استخر (۳ ست با ۱۲ تکرار)	اسکات با حمایت دیواره استخر (وزنه ۱/۵ کیلوگرمی در دست‌ها اضافه گردید) (۳ ست با ۸ تکرار)	اسکات با حمایت دیواره استخر (وزنه ۲ کیلوگرمی در دست‌ها اضافه گردید) (۳ ست با ۱۲ تکرار)
نشستن و برخاستن همراه با بریسینگ شکمی (۳ ست با ۸ تکرار)	لانژ در دامنه حرکتی بسته (۳ ست با ۱۲ تکرار)	لانژ در دامنه حرکتی بسته (وزنه ۱/۵ کیلوگرمی در دست‌ها اضافه گردید) (۳ ست با ۸ تکرار)	لانژ در دامنه حرکتی بسته (وزنه ۲ کیلوگرمی در دست‌ها اضافه گردید) (۳ ست با ۱۲ تکرار)
اسکات با حمایت دیواره استخر (۳ ست با ۸ تکرار)	بالا آوردن پاها از پهلو و روبه‌رو (۳ ست با ۱۲ تکرار)	بالا آوردن پاها از پهلو و روبه‌رو (وزنه ۱ کیلوگرمی پاها اضافه گردید) (۳ ست با ۸ تکرار)	بالا آوردن پاها از پهلو و روبه‌رو (وزنه ۱/۵ کیلوگرمی پاها اضافه گردید) (۳ ست با ۱۲ تکرار)
لانژ در دامنه حرکتی بسته (۳ ست با ۸ تکرار)	چرخش تنه همراه با حرکت دست‌ها (۳ ست با ۱۲ تکرار)	چرخش تنه همراه با حرکت دست‌ها (وزنه ۱/۵ کیلوگرمی در دست‌ها اضافه گردید) (۳ ست با ۸ تکرار)	چرخش تنه همراه با حرکت دست‌ها (وزنه ۲ کیلوگرمی در دست‌ها اضافه گردید) (۳ ست با ۱۲ تکرار)
بالا آوردن پاها از پهلو و روبه‌رو (۳ ست با ۸ تکرار)		پای دوچرخه (۳ ست با ۸ تکرار)	پای دوچرخه (وزنه ۱ کیلوگرمی پاها اضافه گردید) (۳ ست با ۱۲ تکرار)
چرخش تنه همراه با حرکت دست‌ها (۳ ست با ۸ تکرار)		تمرینات تعادلی تک پا با تأکید بر بریسینگ شکمی و حفظ راستای صحیح لگن (سه تمرین استفاده شد و هر تمرین در ۳ ست ۲۰ ثانیه‌ای انجام شد)	تمرینات تعادلی تک پا با تأکید بر بریسینگ شکمی و حفظ راستای صحیح لگن (سه تمرین استفاده شد و هر تمرین در ۳ ست ۳۰ ثانیه‌ای انجام شد)

*: در تمامی تمرینات تأکید بر کنترل صحیح پاسچر و بریسینگ شکمی انجام می‌شد. با پیشرفت آزمودنی‌ها گام‌برداری با طول گام بلندتر انجام می‌شد.
†: تمرینات کششی شامل کشش عضلات اکستنسور پشتی و مربع کمری، همسترینگ، چهارسر رانی، ابداکتور و اداکتورها، عضلات دو قلو و سولئوس (۳ ست با ۱۲ ثانیه کشش) بود.

یافته‌ها

ویژگی‌های دموگرافیکی گروه‌ها در جدول ۲ آورده شده است.

جدول۲: مشخصات دموگرافیکی شرکت‌کنندگان در گروه‌های مطالعه

متغیرها	تجربی (n=۱۰)	کنترل (n=۱۰)
سن (سال)	۴۰/۵±۲/۱۲	۴۰/۳±۱/۹۶
قد (سانتی‌متر)	۱۶۵/۳±۳/۸	۱۶۲/۶±۲/۹
وزن (کیلوگرم)	۷۰/۶±۳/۳	۶۹/۱±۳/۱۳
شاخص توده‌ی بدنی (کیلوگرم بر متر مربع)	۲۵/۹۱±۲/۲۳	۲۴/۲±۲/۰۱

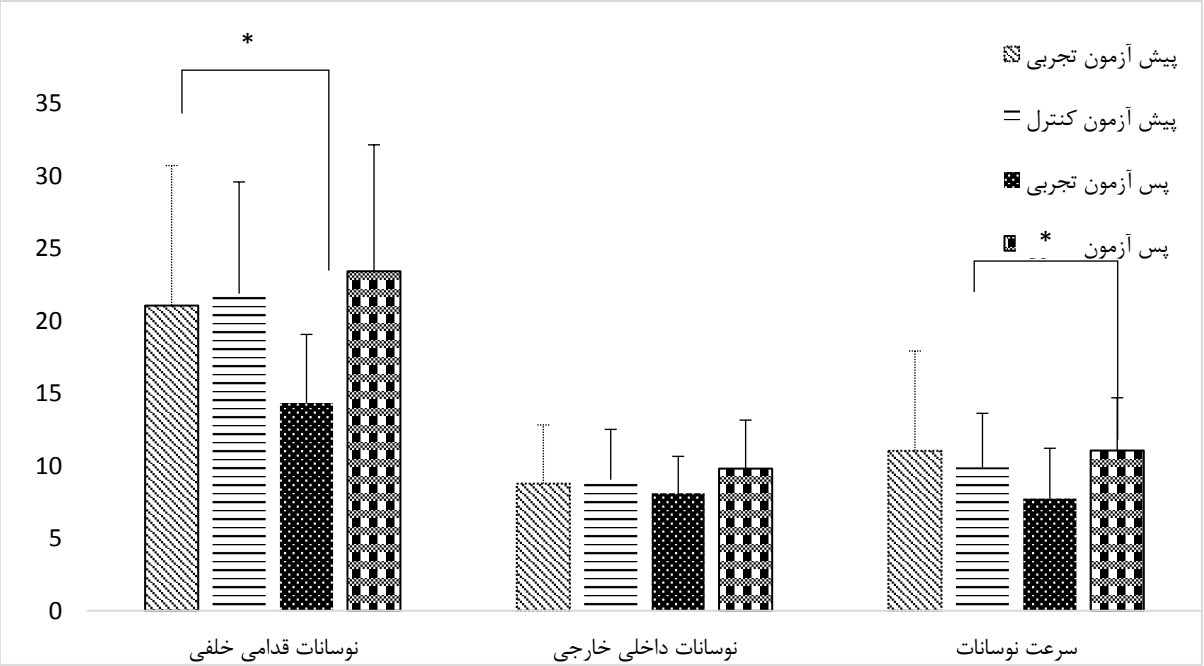
بعد از اتمام اندازه‌گیری‌های پیش‌آزمون و پس‌آزمون، آزمون شاپیروویلک نشان داد که توزیع متغیرهای مورد سنجش در مطالعه‌ی حاضر نرمال است (p>۰/۰۵). برای بررسی معناداری تفاوت بین درد و نوسانات پاسچر در گروه های مورد مطالعه از تحلیل واریانس با طرح اندازه‌گیری مکرر استفاده شد. جهت بررسی رعایت پیش فرض‌های آزمون تحلیل واریانس، نتایج آزمون‌های M باکس، کرویت موچلی و لوین بررسی شد. با توجه به معنی‌دار نبودن نتایج این آزمون‌ها به ترتیب شرط همگنی ماتریس‌های واریانس-کوواریانس، شرط برابری واریانس‌های بین گروهی و فرض برابری واریانس‌های درون آزمودنی‌ها رعایت شده است (p>۰/۰۵).

میانگین و انحراف معیار نمره درد آزمودنی‌ها در گروه های مطالعه در جدول ۳ آورده شده است. تجزیه و تحلیل اطلاعات آماری نشان داد اثر زمان در متغیر درد معنی‌دار است (p=۰/۰۰۰ و F=۹۱/۹۳). نتایج مقایسه جفتی میانگین درون گروه‌ها در گروه تجربی پس از گذشت هشت هفته نشان‌دهنده کاهش معنی‌دار در میزان درد بود (p=۰/۰۰۰). در متغیر درد در گروه کنترل تفاوت معنی‌داری پس از گذشت هشت هفته مشاهده نشد (p=۰/۹).

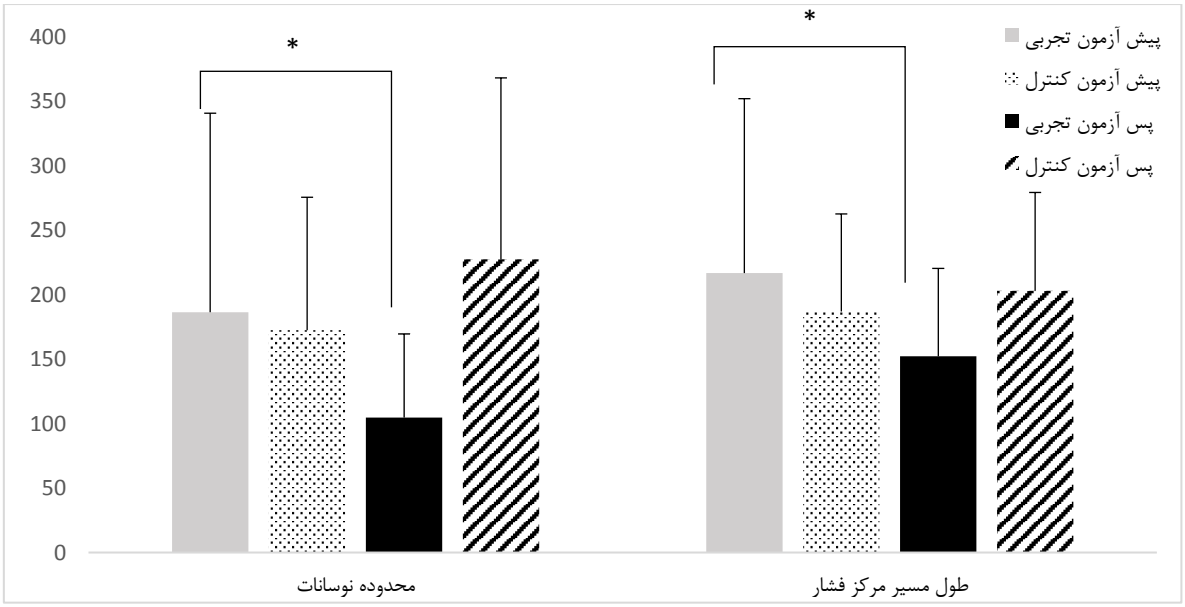
جدول۳: میانگین ± انحراف معیار نمره درد آزمودنی‌ها در پیش و پس‌آزمون

گروه‌ها	پیش‌آزمون	پس‌آزمون
تجربی	۵/۳۶±۰/۲۲	۲/۷۲±۰/۸۹
کنترل	۵/۳۴±۰/۱	۵/۴±۱/۱

اطلاعات مربوط به میانگین ± انحراف معیار متغیرهای نوسان مرکز فشار در گروه‌ها در نمودار ۱ و ۲ آورده شده است.



نمودار ۱: میانگین ± انحراف معیار متغیرهای نوسانات داخلی‌خارجی، قدامی‌خلفی و سرعت نوسان مرکز فشار در گروه‌های مورد مطالعه



نمودار ۲: میانگین ± انحراف معیار متغیرهای طول مسیر و محدوده نوسانات مرکز فشار در گروه‌های مورد مطالعه

نتایج به‌دست آمده از تجزیه و تحلیل آماری نشان داد اثر زمان تنها در گروه تجربی و در متغیر نوسانات قدامی - خلفی معنی‌دار است (p=۰/۰۴ و F= ۴/۱۷). همچنین اثر گروه نیز نشان‌دهنده وجود تفاوت معنی‌دار در میانگین متغیرهای نوسانات قدامی خلفی (p=۰/۰۰۱)، محدوده نوسانات (p=۰/۰۲)، طول مسیر مرکز فشار (p=۰/۰۰۸) و سرعت نوسانات (p=۰/۰۰۹) در گروه تجربی بود. در متغیر نوسانات داخلی خارجی گروه تجربی و هیچ یک از متغیرهای گروه کنترل تفاوت معنی‌داری پس از گذشت هشت هفته مشاهده نشد (p>۰/۰۵).

همچنین اثر تعاملی زمان* گروه نشان داد به‌جز متغیر نوسانات داخلی - خارجی سایر متغیرها در دو گروه پس از هشت هفته با یکدیگر دارای تفاوت معنی‌دار هستند (جدول۴). نتایج مربوط به مقایسه جفتی میانگین بین گروه

ها در جدول ۵ آورده شده است.

جدول ۴: تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر برای مقایسه پیش‌آزمون و پس‌آزمون متغیرها در گروه‌های مورد مطالعه

منبع اثر	متغیر	مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	F	p	مجذور اتا
زمان*گروه	درد	۳۷/۵۷	۱	۳۷,۵۷	۹۱,۹۳	۰,۰۰۰*	۰/۶۸
	نوسانات داخلی خارجی	۱۱/۶۸	۱	۱۱/۶۸	۱/۶۲	۰/۲۱	۰/۰۳۷
	نوسانات قدامی خلفی	۳۷۶/۶۵	۱	۳۷۶/۶۵	۱۰/۷۱	۰/۰۰۲*	۰/۲
	محدوده نوسانات	۱۰۲۷۶۶/۹۵	۱	۱۰۲۷۶۶/۹۵	۷/۸۵	۰/۰۰۸*	۰/۱۵
	طول مسیر مرکز فشار	۳۵۷۰۲/۱۷	۱	۳۵۷۰۲/۱۷	۵/۹۷	۰/۰۱۹*	۰/۱۲
	سرعت نوسانات	۱۰۸/۳۸	۱	۱۰۸/۳۸	۶/۹۶	۰/۰۱۲*	۰/۱۴

*: نشان دهنده وجود تفاوت معنی‌دار در سطح ۰/۰۵

جدول ۵: نتایج آزمون تعقیبی بنفرونی برای مقایسه متغیرهای مورد مطالعه بین گروه‌های تجربی و کنترل

متغیر	زمان	گروه i	گروه j	p
درد	پیش‌آزمون	تجربی	کنترل	۰/۸۲
	پس‌آزمون	تجربی	کنترل	۰,۰۰۰*
نوسانات داخلی خارجی	پیش‌آزمون	تجربی	کنترل	۰/۸۱
	پس آزمون	تجربی	کنترل	۰/۰۶
نوسانات قدامی خلفی	پیش‌آزمون	تجربی	کنترل	۰/۷۵
	پس آزمون	تجربی	کنترل	۰/۰۰۰*
محدوده نوسانات	پیش‌آزمون	تجربی	کنترل	۰/۷۲
	پس‌آزمون	تجربی	کنترل	۰/۰۰۱*
طول مسیر مرکز فشار	پیش‌آزمون	تجربی	کنترل	۰/۳۷
	پس‌آزمون	تجربی	کنترل	۰/۰۲*
سرعت نوسانات	پیش‌آزمون	تجربی	کنترل	۰/۵
	پس‌آزمون	تجربی	کنترل	۰/۰۰۴*

*: نشان دهنده وجود تفاوت معنی‌دار در سطح ۰/۰۵

بحث

هدف از مطالعه‌ی حاضر تعیین تأثیر هشت هفته تمرین درمانی با ترکیبی از تمرینات پیاده‌روی و تقویتی عضلات ناحیه مرکزی در آب بر میزان درد و نوسانات پاسچر در زنان مبتلا به کمردرد مزمن غیراختصاصی بود. نتایج به دست آمده نشان داد درد، نوسانات قدامی خلفی، محدوده نوسانات، سرعت نوسانات و طول مسیر مرکز فشار در گروه تجربی پس از انجام هشت هفته تمرینات در آب کاهش یافت. در نوسانات داخلی خارجی پس از مداخله در گروه تجربی تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد.

کنترل پاسچر یکی از مهم‌ترین و ضروری‌ترین نیازها در زندگی روزمره انسان و عملکردی پیچیده است (یلفانی و همکاران، ۲۰۲۰). افراد سالم از استراتژی‌ها و منابع اطلاعات مختلف برای کنترل پاسچر خود استفاده می‌کنند در حالی‌که نتایج مطالعات پیشین نشان داده است افراد مبتلا به کمردرد توانایی استفاده از استراتژی‌های مختلف در حفظ تعادل خود را از دست می‌دهند (غلامی بروجنی و یلفانی، ۲۰۱۹). نتایج مطالعه‌ی روئه و همکاران[1] (۲۰۱۱) پیرو مقایسه‌ی کنترل پاسچر در افراد مبتلا به کمردرد مزمن غیراختصاصی و افراد سالم نشان داد افراد مبتلا به کمردرد دچار ضعف در کنترل پاسچر خود هستند (روئه و همکاران، ۲۰۱۱). به‌نظر می‌رسد درد، بروز سریع‌تر خستگی عضلانی و اختلال در عملکرد سیستم حس‌عمقی از علت

1. Ruhe et al.

های بروز ضعف در کنترل پاسچر در افراد مبتلا به کمردرد مزمن باشد. سهم هر یک از این سیستم‌های حسی در کنترل پاسچر، بسته به مداخلاتی که در خلال موقعیت و شرایط محیطی اعمال می‌شود، تغییر می‌کند. به فرآیند تنظیم سهم ورودی‌های حسی برای کنترل تعادل به‌عنوان تعویض حسی اشاره می‌شود (یلفانی و همکاران، ۲۰۱۹). تئوری تعویض حسی معتقد است که سیستم عصبی مرکزی می‌تواند جهت بهینه‌سازی کنترل تعادل وابستگی را به منابع قابل اطمینان‌تری از اطلاعات تغییر دهد. در این شرایط به نظر می‌رسد سیستم عصبی مرکزی در افراد مبتلا به کمردرد مزمن تمایل دارد بر سیگنال‌های حس عمقی تنه یا مفصل ران کمتر تکیه کند و بیشتر بر دیگر مناطق شامل مفاصل مچ پا تکیه نماید (برومنی و همکاران[1]، ۲۰۰۸). نتایج مطالعه غلامی بروجنی و یلفانی (۲۰۱۹) نیز نشان داد که میزان کمردرد با فعالیت عضلات ساقی قدامی و نازک‌نی طویل افراد مبتلا به کمردرد مزمن ارتباط دارد (غلامی بروجنی و یلفانی، ۲۰۱۹). نتایج مطالعه حاضر نشان داد انجام تمرینات در آب با کاهش نوسانات قدامی‌خلفی همراه بود، از آنجائی‌که مسئول کنترل این نوسانات استراتژی مچ پاست به نظر می‌رسد انجام تمرینات راه رفتن در تقویت عضلات مچ پا با کاهش نوسانات و بهبود کنترل پاسچر همراه بوده است. نتایج همچنین نشان داد که نوسانات داخلی خارجی نیز پس از گذشت هشت هفته تمرین درمانی کمتر شده است، ممکن است تقویت ناحیه مرکزی تا حدی استفاده از استراتژی هیپ را امکان‌پذیر و بدین طریق به کنترل پاسچر کمک و بار استراتژی مچ پا را کمتر کرده باشد. از روش‌های درمانی مبتنی بر آب در سال های اخیر در معالجه آسیب‌های اسکلتی عضلانی خصوصاً زمانی‌که مراحل اولیه تمرین درمانی برای انجام در محیط خشکی بیش از حد دشوار و دردناک است، استفاده شده است (یلفانی و همکاران، ۲۰۲۰). همچنین استفاده از آب در درمان کمردرد محبوبیت زیادی کسب کرده است زیرا خواص غوطه‌وری در آب باعث کاهش بار محوری ستون فقرات می‌شود و به‌واسطه‌ی اثر شناور شدن، انجام حرکات عملکردی که در حالت تحمل وزن معمولی قابل اجرا نیستند امکان‌پذیر می‌شود (کول و بکر[2]، ۲۰۰۴).

در مطالعه‌ای که توسط برسل و همکاران[3] (۲۰۱۱) انجام شد، فعالیت عضلات تنه طی تمرینات ثباتی ویژه در یک محیط آبی اندازه‌گیری شد. نتایج آنها نشان‌دهنده حداکثر انقباض ارادی پایین‌تر عضلات مرکزی هنگام تمرین در آب نسبت به نتایج حاصل از مطالعات مشابه با استفاده از تمرینات انجام شده در محیط خشکی بود (برسل و همکاران، ۲۰۱۱). انجام تمرینات در آب برای بیماران مبتلا به کمردرد که به دلیل بروز ترس یا عدم کنترل حرکتی قادر به انجام تمرینات در محیط خشکی نیستند قابل توجه است. محیط آبی ممکن است به بیماران اجازه دهد تمریناتی را برای برقراری مجدد کنترل حرکتی بدون تشدید علائم انجام دهند و می‌تواند یک عامل اصلی برای پیشرفت بیماران به سمت موقعیت‌های کاربردی‌تر در شرایط تحمل وزن معمولی باشد (برسل و همکاران، ۲۰۱۱). این نوع مداخلات در درمان افراد بسیار مؤثر است زیرا به آنها امکان می‌دهد ضمن حفظ مجدد عملکرد مجموعه عضلات مرکزی، سطح بالایی از فعالیت را حفظ کنند.

صرف نظر از رویکرد، مستند شده است که محیط ممکن است یک عامل متمایزکننده باشد که قادر است بر نتایج تأثیر بگذارد (ساگینی و همکاران، ۲۰۰۴). آب دارای خواص منحصر به فرد بسیاری است که باعث ایجاد یک محیط ورزشی مطلوب می‌شود. خصوصیات آب مانند تنش سطحی و شناور بودن در مقایسه با مداخلات مبتنی بر زمین می‌تواند مزایای منحصر به فردی به آب درمانی دهد. این خصوصیات بر مدت زمان و نوع درمانی که می‌تواند در آب انجام شود و همچنین پیشرفتی که می‌توان در برنامه های آب درمانی انجام داد تأثیر می‌گذارد (ساگینی و همکاران، ۲۰۰۴؛ یلفانی و همکاران، ۲۰۲۰؛ ۲۰۱۷). آریوشی و همکارانش[4] نشان دادند که توانایی کنترل نیروی گرانشی باعث می‌شود آب درمانی برای بیماران مبتلا به کمردرد مزمن بسیار سودمند باشد. علاوه بر این، بیمار می تواند اثرات وابسته به محیط آب را خیلی سریع‌تر در مقایسه با زمانی‌که تمرینات را در محیط کنترل شده خشکی انجام می‌دهد، تجربه کند (آریوشی و همکاران، ۱۹۹۹). تمرینات ترکیبی به‌کار رفته در مطالعه حاضر با درگیر کردن مکانیزم‌های مؤثر بر حفظ تعادل می‌توانند در نتایج نهایی

1. Brumagne et al.
2. Cole & Becker
3. Bressel et al.
4. Ariyoshi et al.

مؤثرتر از تمریناتی باشند که صرفاً تعادلی، انعطاف‌پذیری یا هوازی هستند (یلفانی و همکاران، ۲۰۱۷؛ ۲۰۱۸). فعالیت عضلات رانی خاصره‌ای و ارکتور اسپاین در حالت راه رفتن در آب به اندازه‌ی حداکثر فعالیت‌شان در زمین است. همچنین نیروی شناوری علاوه بر کاهش وزن به افزایش دامنه‌ی حرکتی مفاصل کمک و به‌طور همزمان در مقابل حرکت در جهات مختلف مقاومت ایجاد می‌کند که تمامی این موارد به تقویت عضلات کمک قابل توجهی می‌نماید (ساگینی و همکاران، ۲۰۰۴؛ یلفانی و همکاران، ۲۰۲۰؛ ۲۰۱۷).

نتایج مطالعه‌ی حاضر با مطالعات ساگینی و همکاران[1] (۲۰۰۴)، کین و همکاران[2] (۲۰۱۶)، یلفانی و همکاران (۲۰۱۹) و یلفانی و همکاران (۲۰۱۷) همسو بود. یکی از واکنش‌های پیش‌بین سیستم عصبی مرکزی قبل از حرکت عضو، جهت جلوگیری از اختلال در کنترل پاسچر انقباض عضلات ناحیه مرکزی است (یلفانی و همکاران، ۲۰۱۷). کیبلر و همکارانش[3] (۲۰۰۶) نیز در نتایج مطالعه‌ی خود بیان کردند که در راستای حفظ مکانیک مناسب و ثبات ستون فقرات، توالی هماهنگ تمامی عضلات ناحیه مرکزی ضروری است. واضح است که عضلات مرکزی بر اساس جهت‌گیری آناتومیکی آنها در سیستم اسکلتی عضلانی می توانند پایداری چند جهته ستون فقرات را فراهم کنند (کیبلر و همکاران، ۲۰۰۶). با تقویت عضلات مرکزی کارایی سیستم عصبی عضلانی بهبود یافته و در نتیجه موجب عملکرد بهینه سه زیر سیستم ثبات ستون فقرات که توسط پنجابی[4] (۱۹۹۲) ارائه شد، می‌گردد. بنابراین تقویت عضلات مرکزی، حرکات مطلوب مفاصل کمر، لگن و ران را در زنجیره حرکتی عملکردی به‌همراه دارد (یلفانی و همکاران، ۲۰۱۷). سو و همکاران[5] (۲۰۱۹) نیز در نتایج خود پیاده روی سریع را ضمن حفظ وضعیت مناسب بدن توصیه کردند. نتایج مطالعه آنها نشان داد که پیاده‌روی عضلات مولتی فیدوس کمری را فعال می‌کند و فعال شدن طولانی مدت عضلات پاراسپینالیس کمر دارای اثرات تقویت کننده ی این عضلات است. بنابراین، اثر تقویت کننده پاراسپینالیس در مقایسه با سایر تمرینات ممکن است در تمرین پیاده‌روی بیشتر باشد (سو و همکاران، ۲۰۱۹). به نظر می‌رسد تقویت عضلات مرکزی در ترکیب با اثرات تمرینات پیاده‌روی و خصوصیات محیط آب منجر به کاهش درد و نوسانات پاسچر در بیماران مبتلا به کمردرد مزمن گردیده است. از محدودیت‌های مطالعه‌ی حاضر می‌توان به تک جنسیتی بودن آزمودنی‌ها و عدم وجود گروه تمرین در خشکی اشاره کرد.

نتیجه‌گیری

نتایج به‌دست آمده از مطالعه‌ی حاضر نشان داد استفاده از پروتکل ترکیبی تمرینات پیاده‌روی و تقویت عضلات مرکزی در محیط آب در کاهش درد و نوسانات پاسچر بیماران مبتلا به کمردرد مزمن غیراختصاصی مؤثر است. با توجه به اهمیت کاهش درد و کنترل پاسچر در بیماران مبتلا به کمردرد مزمن، پیشنهاد می‌شود جهت بهبود این بیماران در مراحل اولیه درمان از محیط آب و ویژگی‌های مثبت آن استفاده شود. همچنین بکارگیری تمرینات پیاده‌روی که در عین سادگی دارای اثربخشی بالایی در درمان بیماران مبتلا به کمردرد مزمن غیراختصاصی هستند در کنار تمرینات تقویتی ناحیه مرکزی جهت بهبود این بیماران پیشنهاد می گردد.

تشکر و قدردانی

لازم به ذکر است مطالعه حاضر با کد IR.BASU.REC.1399.026 به تأیید کمیته اخلاق در پژوهش رسیده است. محققین از کلیه شرکت‌کنندگان در مطالعه کمال تشکر و قدردانی را دارند.

1. Saggini et al.
2. Keane et al.
3. Kibler et al.
4. Panjabi
5. Suh et al.

References

Ariyoshi, M., Sonoda, K., Nagata, K., Mashima, T., Zenmyo, M., Paku, C., Takamiya, Y., Yoshimatsu, H., Hirai, Y., Yasunaga, H., Akashi, H., Imayama, H., Shimokobe, T., Inoue, A., & Mutoh, Y. (1999). "Efficacy of aquatic exercises for patients with low-back pain". The Kurume Medical Journal, 46(2), 91–96. http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10410527

Bressel, E., Dolny, D. G., & Gibbons, M. (2011). "Trunk muscle activity during exercises performed on land and in water". Medicine and Science in Sports and Exercise, 43(10), 1927–1932. https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e318219dae7

Bressel, E., Dolny, D. G., Vandenberg, C., & Cronin, J. B. (2012). "Trunk muscle activity during spine stabilization exercises performed in a pool". Physical Therapy in Sport, 13(2), 67–72. https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2011.06.002

Brumagne, S., Janssens, L., Knapen, S., Claeys, K., & Suuden-Johanson, E. (2008). "Persons with recurrent low back pain exhibit a rigid postural control strategy". European Spine Journal, 17(9), 1177–1184. https://doi.org/10.1007/s00586-008-0709-7

Caffaro, R. R., França, F. J. R., Burke, T. N., Magalhães, M. O., Ramos, L. A. V., & Marques, A. P. (2014). "Postural control in individuals with and without non-specific chronic low back pain: a preliminary case-control study". European Spine Journal : Official Publication of the European Spine Society, the European Spinal Deformity Society, and the European Section of the Cervical Spine Research Society, 23(4), 807–813. https://doi.org/10.1007/s00586-014-3243-9

Cole, A. J., & Becker, b. E. (2004). *Preview of Comprehensive aquatic therapy*. Butterworth-Heinmann.

Dagenais, S., Caro, J., & Haldeman, S. (2008). "A systematic review of low back pain cost of illness studies in the United States and internationally". The Spine Journal: Official Journal of the North American Spine Society, 8(1), 8–20. https://doi.org/10.1016/j.spinee.2007.10.005

Frost, L. R., & Brown, S. H. M. (2016). "Muscle activation timing and balance response in chronic lower back pain patients with associated radiculopathy". Clinical Biomechanics, 32, 124-130. https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2015.12.001

Garg, A., Pathak, H., Churyukanov, M. V., Uppin, R. B., & Slobodin, T. M. (2020). "Low back pain: critical assessment of various scales". In European Spine Journal, Vol. 29, Issue 3: 503–518. Springer. https://doi.org/10.1007/s00586-019-06279-5

Gholami Borujeni, B., & Yalfani, A. (2019). "Correlation of pain and lumbar arch with electromyography of ankle muscle in athletes with low back pain". Anesthesiology and Pain, 10(3), 105–118.

Kavcic, N., Grenier, S., & McGill, S. M. (2004). "Quantifying tissue loads and spine stability while performing commonly prescribed low back stabilization exercises". Spine, 29(20), 2319–2329. https://doi.org/10.1097/01.brs.0000142222.62203.67

Keane, L. G. (2017). "Comparing AquaStretch with supervised land based stretching for Chronic Lower Back Pain". Journal of Bodywork and Movement Therapies, 21(2), 297–305. https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2016.07.004

Khalkhali Zavieh, M., Ghasemi M., Mirzaei F, Parandeh H. "Studying the Effect of Lumbar Stabilization Exercise on Proprioception of Lumbosacral Spine in Healthy Young Women". Pajoohande. 2009; 14 (1): 21-26.

Kibler, W. Ben, Press, J., & Sciascia, A. (2006). "The role of core stability in athletic function". Sports Medicine (Auckland, N.Z.), 36(3), 189–198. https://doi.org/10.2165/00007256-200636030-00001

Liu-Ambrose, T., Eng, J. J., Khan, K. M., Mallinson, A., Carter, N. D., & McKay, H. A. (2002). "The Influence of Back Pain on Balance and Functional Mobility in 65- to 75-Year-Old Women with Osteoporosis". Osteoporosis International, 13(11), 868–873. https://doi.org/10.1007/s001980200119

Panjabi, M. M. (1992). "The stabilizing system of the spine. Part I. Function, dysfunction, adaptation, and enhancement". Journal of Spinal Disorders, 5(4), 383–389; discussion 397. http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1490034

Richardson, C. A., & Jull, G. A. (1995). "Muscle control–pain control. What exercises would you prescribe?". Manual Therapy, 1(1), 2–10. https://doi.org/10.1054/math.1995.0243

Ruhe, A., Fejer, R., & Walker, B. (2011). "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". European Spine Journal, 20(3), 358–368. https://doi.org/10.1007/s00586-010-1543-2

Saggini, R., Cancelli, F., Di Bonaventura, V., Bellomo, R. G., Pezzatini, A., & Carniel, R. (2004). "Efficacy of two micro-gravitational protocols to treat chronic low back pain associated with discal lesions: A randomized controlled trial". Europa Medicophysica, 40(4), 311–316.

Suh, J. H., Kim, H., Jung, G. P., Ko, J. Y., & Ryu, J. S. (2019). "The effect of lumbar stabilization and walking exercises on chronic low back pain: A randomized controlled trial". Medicine, 98(26), e16173. https://doi.org/10.1097/MD.0000000000016173

Vera-Garcia, F. J., Elvira, J. L. L., Brown, S. H. M., & McGill, S. M. (2007). "Effects of abdominal stabilization maneuvers on the control of spine motion and stability against sudden trunk

perturbations". Journal of Electromyography and Kinesiology, 17(5), 556–567. https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2006.07.004

Yalfani, A; Maleki, B., & Raeisi, Z. (2019). "The effect of aquatic exercise therapy on the pain, disability and gait parameters of women with chronic low back pain". Scientific Journals Management System, 17(18), 57–67. https://jsmt.khu.ac.ir/article-1-401-en.html

Yalfani, Ali; & Raeisi, Z. (2015). "Force Distribution and Center of Pressure Variation in Female with and without Patellofemoral Pain Syndrome". Journal of Sport Medicine, 7(1), 57–68. https://doi.org/10.22059/JSMED.2015.53796

Yalfani, Ali; Ahmadnezhad, L., Gholami, B., & Mayahi, F. (2018). "The Effect of Six-Weeks Aquatic Exercise Therapy on Static Balance, Function oOf Trunk And Pelvic Girdle Muscles, Pain, And Disability in Woman With Chronic Low Back Pain". Nian Journal of Health Education and Health Promotion, 05(04), 288–295. https://doi.org/10.30699/acadpub.ijhehp.5.4.288

Yalfani, Ali; Asgarpour, A., & Raeisi, Z. (2019). "Comparing the effective interventions on plantar and ankle proprioception in balance control with and without fatigue". J Shahrekord Univ Med Sci, 21(1), 45–50. https://doi.org/10.15171/jsums.2019.08

Yalfani, Ali; Gholami Borujeni, B., Ahmadnezhad, L., & Esmi, S. (2017). "The Effect of Aquatic Therapy on the Balance and Hamstring Flexibility in Females with Chronic Low Back Pain". Iranian Journal of Rehabilitation Research, 3(3), 39–47. http://ijrn.ir/article-1-249-en.html

Yalfani, Ali; Raeisi, Z., & Koumasian, Z. (2020). "Effects of eight-week water versus mat pilates on female patients with chronic nonspecific low back pain: Double-blind randomized clinical trial". Journal of Bodywork and Movement Therapies, 24(4), 70–75. https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2020.06.002