

اثر تمرین در آب بر درد، ناتوانی و پارامترهای راه رفتن در زنان مبتلا به کمردرد مزمن

علی یلفانی^{۱*}، بهناز ملکی^۲، زهرا ریسی^۳

۱. دانشیار، آسیب شناسی و حرکات اصلاحی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه بوعلی سینا همدان
۲. کارشناس ارشد، آسیب شناسی و حرکات اصلاحی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه بوعلی سینا همدان
۳. استادیار، آسیب شناسی و حرکات اصلاحی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه اراک

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۷/۶/۲۹

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۸/۲/۲۸

شماره صفحات: ۵۷ تا ۶۷

چکیده

کمردرد مزمن از شایع ترین مشکلات اسکلتی-عضلانی است. این عارضه، علاوه بر ایجاد درد و ناتوانی، بر متغیرهای راه رفتن در افراد مبتلا نیز اثر می گذارد. هدف این مطالعه، بررسی اثر تمرینات درمانی در آب بر درد، ناتوانی، متغیرهای فضایی-زمانی و کینتیکی راه رفتن در زنان مبتلا به کمردرد مزمن است. ۲۴ زن مبتلا به کمردرد مزمن (با میانگین سنی ۲۶/۶ سال) در مطالعه حاضر مشارکت کردند. پروتکل تمرینی در آب به مدت هشت هفته اجرا شد. شدت درد و ناتوانی به ترتیب از طریق پرسش نامه های کیوبک و او سو ستی، و متغیرهای راه رفتن نیز با استفاده از دستگاه اندازه گیری توزیع فشار کف پای ارزیابی شد. تمرینات درمانی در آب به کاهش معنادار درد و ناتوانی و بهبود معنادار پارامترهای راه رفتن در گروه تجربی منجر شد ($p \leq 0.05$). تفاوت معناداری نیز بین متغیرهای پیش گفته در پس آزمون بین گروه تجربی و کنترل حاصل شد ($p \leq 0.05$). با مقایسه پیش آزمون و پس آزمون در گروه کنترل، هیچ گونه تفاوت معناداری مشاهده نشد ($p \geq 0.05$). با توجه به کاهش درد و ناتوانی و بهبود متغیرهای راه رفتن پس از هشت هفته تمرین در آب، پروتکل تمرینی پژوهش حاضر می تواند برای بهبود بیماران مبتلا به کمردرد مزمن مفید باشد.

کلیدواژه ها: تمرین درمانی در آب، کمردرد مزمن، درد، ناتوانی، راه رفتن.

The effect of aquatic exercise therapy on the pain, disability and gait parameters of women with chronic low back pain

Yalfani, A^{1.}, Maleki, B^{2.}, Raeisi, Z^{3.}

1. Associate Professor, Sport Injuries and Corrective Exercises, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Bu-Ali Sina University, Iran
2. Master of Science, Sport Injuries and Corrective Exercises, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Bu-Ali Sina University, Iran
3. Assistant Professor, Sport Injuries and Corrective Exercises, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Arak University, Iran

Abstract

Chronic low back pain is one of the most common musculoskeletal problems. This disease, in addition to causing pain and disability affects the gait parameters in patients. The purpose of this study was to investigate the effect of aquatic exercises therapy on the severity of pain, disability and Spatiotemporal parameters and kinetic of gait in women with chronic low back pain. Twenty-four women with chronic low back pain (with a mean age of 26.6 years) participated in this study. The exercise protocol was conducted in water for 8 weeks. The severity of pain and disability were measured by Quebec and Oswestry questionnaires respectively. gait parameters were evaluated using a foot pressure device. Aquatic exercises therapy significantly decreased pain and disability severity and significantly improved gait parameters in the experimental group ($p \leq 0.05$). Furthermore, the significant difference between the variables in the post-test was obtained between experimental and control groups ($p \leq 0.05$). No significant difference was observed between the pre-test and post-test comparisons in the control group ($p \geq 0.05$). Regarding the reduction of pain and disability and improvement of gait parameters after eight weeks' intervention in experimental group, the use of this protocol is recommended to improve patients with chronic low back pain as a new method.

Keywords: Aquatic Exercises Therapy, Chronic Low Back Pain, Pain, Disability, Walking.

*. ali_yalfani@yahoo.com

مقدمه

کمردرد مزمن^۱ یکی از مشکلات اثر گذار بر سیستم اسکلتی-عضلانی است که حدود ۸۰ درصد از مردم جهان دست‌کم یک بار در زندگی خود آن را تجربه کرده‌اند (۱). شیوع این بیماری در زنان بسیار بیشتر از مردان گزارش شده است (۲). ابتلا به کمردرد مزمن با پرداخت هزینه‌های سنگین درمان و ازدست‌دادن زمان به‌دلیل دوری از کار همراه است (۲). مشکلات عملکردی، هماهنگی و تغییر در پارامترهای راه رفتن از جمله عوارضی است که در اثر کمردرد مزمن ظهور می‌کند (۳). افراد مبتلا به کمردرد مزمن هنگام راه رفتن همواره از استراتژی‌های اضافی برای کاهش درد و کنترل وضعیت بدن استفاده می‌کنند (۳). این بیماران به‌دلیل پیش‌گیری از سقوط ناشی از عدم تعادل، بیشترین تمرکز خود را حین راه رفتن بر مرحله استقرار^۲ می‌گذارند (۴). از آنجاکه مرحله استقرار حدود ۶۰ درصد از کل چرخه راه رفتن را در بر می‌گیرد (۵)، ارزیابی پارامترهایی که در این مرحله شرکت دارند مسئله‌ای مهم برای این بیماران به‌نظر می‌رسد. مدت‌زمان تماس پا با زمین و مسیر پیشروی مرکز فشار به‌مثابه متغیرهای فضایی-زمانی^۳ واقع در مرحله استقرار شناخته شده‌اند (۵). مدت‌زمان استاندارد برای تماس پا با زمین حین مرحله استقرار باید به اندازه‌ای باشد که فعالیت عضلانی و بازگشت الاستیکی تاندون‌ها را به حداقل برساند (۶). لایرد و همکاران (۲۰۱۴) نشان داده‌اند که بیماران مبتلا به کمردرد مزمن سرعت کمتر و طول گام کوتاه‌تری نسبت به افراد سالم حین راه رفتن دارند (۷). وان‌دین و همکاران (۲۰۰۳) گزارش کردند که راه رفتن با سرعت پایین در این بیماران می‌تواند مبین مدت‌زمان طولانی‌تر تماس پا با زمین باشد که به ناتوانی افراد مبتلا به کمردرد مزمن جهت مواجهه با اختلالات داخلی و خارجی حین راه رفتن اشاره دارد (۸). از دیگر شاخص‌های فضایی-زمانی حین مرحله استقرار، می‌توان به مسیر پیشروی مرکز فشار اشاره کرد. این مسیر ارتباط مستقیمی با نوسان مراکز پرفشار دارد (۶). مسیر پیشروی مرکز فشار شامل یک منحنی از نقاط پرفشار است، از زمان تماس پاشنه پا با زمین تا هنگامی که متاتارسال‌ها^۴ شروع به تحمل وزن می‌کنند (۶،۹). سگال و همکاران (۲۰۰۴) گزارش کردند که در بیماران مبتلا به کمردرد مزمن، از مقدار شیب این منحنی کاسته می‌شود و مسیر پیشروی مرکز فشار در این افراد خطی تقریباً صاف با انحنای بسیار کم است (۶).

مطالعات قبلی نشان داده‌اند که ارزیابی این شاخص، اطلاعات ارزشمندی درباره موقعیت پا در مرحله استقرار، بی‌ثباتی، ایمپالس در عملکرد اندام‌ها و ناهنجاری‌های بیومکانیکی موجود در کف و مچ پا در اختیار محققان قرار می‌دهد (۶). از طرفی دیگر، نیروهای حاصل از واکنش زمین به‌مثابه متغیرهای کینتیکی حین راه رفتن در مرحله استقرار، همواره ارتباطی خطی با متغیرهای فضایی-زمانی، خصوصاً مدت‌زمان تماس پا با زمین، دارند. این ارتباط بدین‌گونه است که هرچه مدت‌زمان تماس پا با زمین طولانی‌تر باشد، مقدار نیروی عمودی حاصل از واکنش زمین کمتر خواهد بود و برعکس (۱۰). بنابراین، آهسته راه رفتن و افزایش مدت‌زمان تماس پا با زمین در این بیماران به کاهش مقدار نیروی عمودی حاصل از واکنش زمین منجر می‌شود. افراد مبتلا به کمردرد مزمن، به‌دلیل دردی که دارند، همواره اختلالی در کنترل حرکتی و الگوی راه رفتن نشان می‌دهند (۳). از طرفی،

1. Chronic Low Back Pain

2. Stance
3. Spatiotemporal Parameters
4. Metatarsal

هر گونه تغییر در الگوی راه رفتن، وضعیت های جبرانی در نواحی مختلف بدن ایجاد خواهد کرد که معمولاً به صورت های مختلف؛ از جمله انحراف در راستای اندام تحتانی و ایجاد دفورمیتی ها، ایملانس عضلانی، برهم خوردن تعادل و به مرور زمان، ایجاد درد در نواحی مختلف بدن، از جمله ناحیه کمری، خود را نشان می دهد (۳، ۶، ۱۰). با توجه به ارتباط دوطرفه درد و الگوی راه رفتن، اصلاح متغیرهایی که در الگوی گام برداری دخیل اند قاعداً بر بهبود متغیر درد در این بیماران اثر می گذارد. در مطالعات گذشته، همواره به تأثیر تمرین درمانی در آب به منزله مداخله ای مؤثر بر بیماران مبتلا به کمردرد مزمن اشاره شده است (۹، ۱۱، ۱۲). مارینهوبوزلی و همکاران (۲۰۱۷) گزارش کردند که تمرین در آب به منزله یک مداخله درمانی، با ویژگی هایی منحصربه فرد از جمله شناوری، غوطه وری و مقاومت، محیطی ایمن و مناسب برای بیماران فراهم می آورد و از فشار وارد بر مفاصل و اندام ها می کاهد و این امکان را به بیماران مبتلا به کمردرد مزمن می دهد تا حرکاتی را که در خشکی قادر به انجام آن نیستند، در محیط آب با آسودگی بیشتری اجرا کنند (۹). آگویار و همکاران (۲۰۱۵) نیز گزارش کردند که انواع تمرین راه رفتن همراه با انقباض و کشش عضلات اندام تحتانی در محیط ویژه ای چون آب، انتخابی منطقی برای افراد مبتلا به کمردرد مزمن به منظور بهبود متغیرهای راه رفتن در برنامه های توان بخشی است (۱۳). پزشکان نیز همواره برنامه ای شامل تمرین های راه رفتن را به این بیماران توصیه می کنند (۱۴). برخلاف اکثر مطالعات گذشته که در اجرای تمرین های درمانی فقط بر تقویت عضلات ناحیه مرکزی تمرکز داشته اند (۲، ۳)، مطالعه حاضر پروتکلی از تمرین های انقباضی و کششی عضلات اندام تحتانی و تنه و انواع مختلفی از تمرین های راه رفتن را دربردارد، که هدف آن بهبود متغیرهای راه رفتن در این بیماران است. از آنجاکه متغیرهای راه رفتن ارتباط مستقیمی با میزان درد دارند (۳)، در مطالعه حاضر تلاش شد به این پرسش پاسخ داده شود که آیا بهبود متغیرهای راه رفتن با اجرای پروتکل تمرینی در مطالعه حاضر، به کاهش درد و ناتوانی در این بیماران منجر خواهد شد؟ به طور مشخص، هدف مطالعه حاضر، بررسی تأثیر هشت هفته تمرین درمانی در آب بر شدت درد، ناتوانی، متغیرهای فضایی-زمانی و کینتیکی در بیماران مبتلا به کمردرد مزمن بود.

روش شناسی

مطالعه حاضر از نوع تحقیقات نیمه آزمایشگاهی است. مشارکت کنندگان از میان زنان مبتلا به کمردرد مزمن انتخاب شدند. حجم نمونه با استفاده از نرم افزار جی پاور (با توان آزمون ۸۰ درصد، اندازه اثر ۰/۵ و فاصله اطمینان ۰/۹۵، ۲۴ نفر (۱۲ نفر در هر گروه) تخمین زده شد. این تعداد با توجه به احتمال ریزش نمونه ها برای هر گروه ۱۴ نفر در نظر گرفته شد. معیارهای ورود افراد به مطالعه حاضر چنین بود: سابقه بیش از سه ماه درد در ناحیه کمر، نداشتن سابقه جراحی در ستون فقرات یا اندام تحتانی، نداشتن اختلاف در طول پاها، نداشتن انحراف ستون مهره ها، نداشتن ناهنجاری های حاد در اندام تحتانی و کف پا، نداشتن سابقه ورزش قهرمانی، و در نهایت، تأیید پزشک مبنی بر ابتلا به درد مزمن غیراختصاصی در کمر در صورتی که مشارکت کنندگان به یکی از بیماری های نارسایی قلبی، بیماری های کلیوی، اختلالات گوارشی، بیماری های عفونی پوستی، زخم های باز،

صرع، فشار خون غیرطبیعی و ظرفیت حیاتی پایین ریه‌ها، آسیب خفیف سر، التهاب گوش میانی، و مشکل سیستم وستیبولار مبتلا بودند، از تحقیق کنار گذاشته شدند. کلیه آزمودنی‌ها در ناحیه راست کمر احساس درد می‌کردند و اندام برتر همه آنها پای راست بود. تشخیص اندام برتر آزمودنی‌ها با روش ضربه‌زدن به توپ انجام شد.

پیش از شروع مراحل تحقیق، محققان توضیحاتی درباره روند کار به آزمودنی‌ها ارائه کردند و از آنها خواستند در صورت تمایل، برای حضور در مطالعه فرم رضایت‌نامه و فرم اطلاعات فردی را تکمیل کنند. پس از بررسی‌های لازم تعداد ۲۸ فرد مبتلا به کمردرد مزمن برای شرکت در مطالعه حاضر حضور یافتند. افراد در دو گروه تجربی و کنترل به تعداد مساوی تقسیم شدند. ۴ نفر از آزمودنی‌های گروه کنترل به دلیل عدم شرکت در اجرای پس آزمون از مطالعه خارج شدند. با بررسی میانگین داده‌ها و با توجه به عدم تفاوت معنادار در مقدار آن‌ها پس از خروج آزمودنی‌ها، مشکلی در تجزیه و تحلیل داده‌ها پیش نیامد. در نهایت ۱۴ نفر در گروه تجربی و ۱۰ نفر در گروه کنترل جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها قرار گرفتند. مشخصات دموگرافیکی آزمودنی‌ها برای هر دو گروه تجربی و کنترل در جدول ۱ آمده است.

جدول ۱. میانگین $\pm$ انحراف استاندارد مشخصات دموگرافیکی آزمودنی‌ها در گروه تجربی و کنترل

متغیر	تجربی	کنترل
سن (سال)	27.07 ± 1.63	26.9 ± 1.37
قد (سانتی‌متر)	165.14 ± 2.74	164.2 ± 5.8
جرم بدن (کیلوگرم)	62.28 ± 2.94	62.1 ± 2.8
شاخص توده بدنی (کیلوگرم بر متر مربع)	22.83 ± 0.88	23.08 ± 0.67

برای اندازه‌گیری شدت درد آزمودنی‌ها از پرسش‌نامه درد کیوبک^۱ استفاده شد. این پرسش‌نامه ۲۰ سؤال پنج گزینه‌ای دارد که میزان درد را در فعالیت‌های روزمره ارزیابی می‌کند. پاسخ هر سؤال شدت درد را به ترتیب از صفر (فاقد درد) تا چهار (فقدان توانایی انجام حرکت مورد نظر) نشان می‌دهد. میزان درد کمر بین صفر تا ۱۰۰ ارزش‌گذاری شده است. در مجموع، امتیاز صفر مبین سلامت کامل فرد، ۲۵ به منزله درد متوسط، ۵۰ به مثابه درد زیاد، ۷۵ به معنای درد شدید و بالاتر از آن به منزله درد کاملاً حاد است که فرد قادر به انجام هیچ‌گونه حرکتی نیست (۱۵). گفتنی است افرادی که درد متوسط و رو به بالا داشتند برای مشارکت در تحقیق حاضر انتخاب شدند. برای اندازه‌گیری ناتوانی و عملکرد افراد از پرسش‌نامه اوسوستری^۲ استفاده شد. در این پرسش‌نامه، سطح ناتوانی عملکرد بیمار در ده بخش شش‌گزینه‌ای (کمینه صفر و بیشینه پنج) ارزیابی می‌شود. در مطالعه حاضر، آزمودنی‌ها از بین افرادی انتخاب شدند که امتیاز ناتوانی آنها بیشتر از ۲۵ و کمتر از ۷۵ بود. روایی و اعتبار این پرسش‌نامه‌ها ۰.۸۴ گزارش شد (۱۶). برای اندازه‌گیری متغیرهای فضایی-زمانی و نیروی حاصل از واکنش زمین برای اندام برتر، از دستگاه اندازه‌گیری فشار کف پای^۳ ساخت کمپانی زبریس کشور

1. Quebec Pain Questionnaire

2. Oswestry Disability Questionnaire

آلمان استفاده شد. این صفحه دارای ابعاد $۶۹ \times ۴۰ \times ۲,۱$ سانتی‌متر، سطح فعال حسگری به مساحت ۵۴×۳۳ سانتی‌متر، ۲۵۶۰ حسگر است و فرکانس نمونه‌برداری آن ۱۲۰ تا ۲۴۰ هرتز است. اطلاعات ثبت‌شده با فیلتر پایین‌گذر مرتبه ۴ باترورت بدون اختلاف فازی با فرکانس قطع ۲۰ هرتز هموار شد. بقیه اطلاعات نیز از نرم‌افزار Win FDM Zebris (version 01.02.09) استخراج شد.

نحوه انجام آزمون راه‌رفتن به این صورت بود که دستگاه در مرکز راهرویی به طول ده‌متر قرار داشت و آزمودنی با سرعت دل‌خواه، پنج مرتبه مسیر راه‌رفتن را طی می‌کرد. از بین پنج اجرا، میانگین نمره‌های سه مرتبه میانی برای تجزیه و تحلیل ثبت شد. پروتکل تمرینی در مطالعه حاضر شامل هشت هفته تمرین در آب با تعداد سه جلسه در هفته و هر جلسه به مدت یک ساعت بود (جدول ۲). شدت تمرین با توجه به توانایی‌های فردی آزمودنی‌ها تنظیم می‌شد. تمرین‌ها در سه مرحله مختلف اجرا شد. در ابتدای هر مرحله، تمرین‌ها از شش تکرار (۶ ثانیه) شروع شد و به مرور، با توجه به اصل تفاوت‌های فردی در هر جلسه، ۲۰ درصد افزایش تکرار و شدت تمرین برای هر فرد در نظر گرفته شد. پس از اینکه افراد موفق شدند سه نوبت با دوازده تکرار (۱۷ ثانیه) را انجام دهند مرحله بعدی تمرین‌ها شروع می‌شد. با توجه به اینکه اصل اضافه‌بار باید یکی از ارکان اصلی تمرین‌ها در نظر گرفته شود و از آنجاکه این اصل با تغییر در تعداد جلسه‌های تمرینی، شدت و حجم تمرین‌ها، تعداد تکرار و کاهش زمان استراحت بین تمرین‌ها قابل اعمال است، در مطالعه حاضر، با در نظر گرفتن اصل تفاوت‌های فردی و پیشرفت آزمودنی‌ها، اصل اضافه‌بار از طریق افزایش شدت تمرین (با اضافه‌کردن تمرین‌های دشوارتر در صورت پیشرفت در هر مرحله) و افزایش تعداد تکرارها برای تمرین‌های هر مرحله اعمال شد. گروه کنترل تجربه هیچ‌گونه مداخله‌ای را حین انجام پژوهش حاضر نداشتند.

جدول ۲. پروتکل تمرینی به مدت ۸ هفته (۱۷)

سه هفته اول (مرحله اول)	سه هفته دوم (مرحله دوم)	دو هفته سوم (مرحله سوم)
گام برداشتن به سمت جلو	گام برداشتن به سمت عقب	لانچ به سمت عقب
گام برداشتن به پهلو	گام برداشتن متقاطع به سمت عقب	فلکشن ران به همراه انقباض شکم
گام برداشتن متقاطع به روبه‌رو	کشش همسترینگ	فلکشن و اکستنشن زانو در حالی که ران ۹۰ درجه خم شده باشد
بالا بردن پا از روبه‌رو با زانوی کشیده	لانچ در جهت روبه‌رو	حرکت مشابه رکاب‌زدن دوچرخه (یک پا ثابت و پای دیگر متحرک)
بالا بردن پا از پهلو با زانوی کشیده	لانچ در جهت جانبی	شناور شدن به سینه و پا زدن کرال
بالا آوردن قایقی دست‌ها	خم شدن جانبی از دو سمت	شناور شدن به پشت و جمع کردن زانو در شکم
چرخش سر، دست‌ها (در حالت کشیده) و لگن به طرفین	اسکات همراه با انقباض شکم	
بالا آوردن زانو در شکم		
شناور شدن		

از آزمون شاپیرو-ویلک برای بررسی وضعیت توزیع و از آزمون لون برای داده‌ها استفاده شد. از آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌های تکراری و در صورت معنی‌دار بودن نتایج، از آزمون تعقیبی بنفرونی برای تحلیل داده‌ها در سطح معناداری $p \leq 0.05$ استفاده شد. برای اندازه‌گیری اندازه اثر، از روش اختلاف میانگین گروه‌ها با تعداد نمونه‌های نابرابر استفاده شد (اثر کوچک = 0.2 ، اثر متوسط = 0.5 ، و اثر بزرگ = 0.8) (۱۸). به‌منظور تفسیر آسان‌تر نتایج، بیشینه نیروی حاصل از واکنش در تماس اولیه پا با زمین را اوج نیروی ۱، کمینه نیرو در مرحله میانی سکون را اوج نیروی ۲ و بیشینه نیرو در مرحله پیشروی را اوج نیروی ۳ نامیدیم.

یافته‌ها

نتایج آزمون شاپیرو-ویلک نشان‌دهنده توزیع طبیعی داده‌ها بود، ضمن اینکه مقایسه اطلاعات دموگرافیکی آزمودنی‌ها در دو گروه تفاوت معنی‌داری نشان نداد ($p \geq 0.05$). مقایسه بین گروه‌ها در پیش‌آزمون برای هیچ‌کدام از متغیرها معنادار نبود ($p \geq 0.05$). نتایج در زمینه شدت درد و ناتوانی در گروه تجربی (جدول ۳)، پس از انجام هشت هفته تمرین درمانی در آب، کاهش معناداری در مقایسه با پیش‌آزمون نشان داد (به‌ترتیب $p = 0.00$ و $p = 0.00$). همچنین، کاهش معناداری در متغیرهای مربوط به راه رفتن، مانند مدت‌زمان تماس پا با زمین ($p = 0.002$)، مسیر پیشروی مرکز فشار ($p = 0.001$)، و اوج نیروی ۲ ($p = 0.000$) در مقایسه پیش‌آزمون و پس‌آزمون در گروه تجربی مشاهده شد. درباره اوج نیروهای ۱ و ۳ تفاوت در پیش‌آزمون و پس‌آزمون معنادار نبود ($p \geq 0.05$)، اما مقادیر اندازه اثر در ارتباط با این دو متغیر افزایش نشان داد. تفاوت معنی‌داری بین پیش و پس‌آزمون در هیچ‌یک از متغیرهای بررسی شده در گروه کنترل مشاهده نشد ($p \geq 0.05$).

جدول ۳. میانگین، انحراف استاندارد و نتایج آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌های تکراری جهت مقایسه پیش و پس‌آزمون در گروه تجربی و کنترل

متغیر	گروه	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	مقدار P
میزان درد	تجربی	$7/19 \pm 0/83$	$3/26 \pm 0/56$	$0/00^*$
	کنترل	$6/99 \pm 0/82$	$7/05 \pm 0/86$	$1/00$
شدت ناتوانی	تجربی	$46/28 \pm 8/01$	$32/71 \pm 4/12$	$0/00^*$
	کنترل	$45/80 \pm 6/7$	$46/00 \pm 6/92$	$1/00$
مدت زمان تماس با زمین	تجربی	$0/79 \pm 0/27$	$0/66 \pm 0/07$	$0/02^*$
	کنترل	$0/77 \pm 0/20$	$0/75 \pm 0/17$	$1/00$
مسیر پیشروی مرکز فشار	تجربی	$217/69 \pm 14/2$	$206/35 \pm 17/74$	$0/001^*$
	کنترل	$216/59 \pm 9/34$	$217/67 \pm 9/68$	$1/00$
اوج نیروی ۱	تجربی	$10/36 \pm 0/74$	$10/43 \pm 0/84$	$1/00$
	کنترل	$10/78 \pm 0/42$	$11/06 \pm 0/51$	$0/2$
اوج نیروی ۲	تجربی	$8/63 \pm 0/77$	$7/77 \pm 0/64$	$0/00^*$
	کنترل	$8/30 \pm 0/30$	$8/24 \pm 0/89$	$1/00$
اوج نیروی ۳	تجربی	$0/41 \pm 11/26$	$11/56 \pm 0/83$	$0/2$
	کنترل	$11/66 \pm 0/86$	$11/69 \pm 0/85$	$1/00$

* نشان‌دهنده وجود تفاوت معنی‌دار در سطح 0.05

همان‌گونه که در جدول ۴ مشاهده می‌شود، گروه‌های مطالعه در پیش‌آزمون اختلاف معناداری با هم نداشتند ($p \geq 0/05$). نتایج تجزیه و تحلیل آماری در باب مقایسه میزان درد ($p=0/00$)، شدت ناتوانی ($p=0/00$)، مدت‌زمان تماس پا با زمین ($p=0/01$)، و اوج نیروی ۲ ($p=0/05$) کاهش معناداری در پس‌آزمون گروه تجربی نسبت به گروه کنترل نشان داد. مقدار اوج نیروی ۱ در مقایسه دو گروه، افزایش معناداری در گروه تجربی نسبت به گروه کنترل در پس‌آزمون نشان داد ($p=0/04$). نتایج مسیر پیشروی مرکز فشار تفاوت معناداری را بین گروه کنترل و تجربی نشان نداد ($p=0/08$). مقدار اندازه اثر برای مسیر پیشروی مرکز فشار برابر با ۰/۷ بود که این مقدار، اثر متوسط به بالایی را نشان می‌دهد. در زمینه اوج نیروی سوم نیز تفاوت معناداری مشاهده نشد ($p=0/07$). مقدار اندازه اثر برای این متغیر در مقایسه دو گروه برابر ۰/۱ بود که نشان‌دهنده تفاوت ۱/۲ درصدی است.

جدول ۴. نتایج آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌های تکراری جهت مقایسه پیش‌آزمون و پس‌آزمون گروه‌ها با هم

متغیر	مرحله	گروه کنترل (میانگین $\pm$ انحراف استاندارد)	گروه تجربی (میانگین $\pm$ انحراف استاندارد)	مقدار p
میزان درد	پیش‌آزمون	۶/۹۹ $\pm$ ۰/۸۲	۷/۱۹ $\pm$ ۰/۷۳	۰/۵۳ *۰/۰۰
	پس‌آزمون	۷/۰۵ $\pm$ ۱/۰۲	۳/۲۶ $\pm$ ۰/۵۶	
شدت ناتوانی	پیش‌آزمون	۴۵/۸۰ $\pm$ ۶/۷	۴۶/۲۸ $\pm$ ۶/۰۱	۰/۸۵ *۰/۰۰
	پس‌آزمون	۴۶/۵ $\pm$ ۶/۳۵	۳۲/۷۱ $\pm$ ۴/۱۲	
مدت زمان تماس پا با زمین	پیش‌آزمون	۰/۷۷ $\pm$ ۰/۲۰	۰/۷۹ $\pm$ ۰/۲۷	۰/۸ *۰/۰۱
	پس‌آزمون	۰/۷۶ $\pm$ ۰/۱۸	۰/۶۶ $\pm$ ۰/۰۷	
مسیر پیشروی مرکز فشار	پیش‌آزمون	۲۱۶/۵۰ $\pm$ ۹/۳۴	۲۱۷/۶۹ $\pm$ ۱۴/۲	۰/۸ ۰/۰۸
	پس‌آزمون	۲۱۷/۹۸ $\pm$ ۹/۳۷	۲۰۶/۳۵ $\pm$ ۱۷/۷۴	
اوج نیروی ۱	پیش‌آزمون	۱۰/۷۸ $\pm$ ۰/۴۲	۱۰/۳۶ $\pm$ ۰/۷۴	۰/۱۲ *۰/۰۴
	پس‌آزمون	۱۱/۰۶ $\pm$ ۰/۵۱	۱۰/۴۳ $\pm$ ۰/۸۴	
اوج نیروی ۲	پیش‌آزمون	۸/۳۰ $\pm$ ۰/۳۰	۸/۶۳ $\pm$ ۰/۷۷	۰/۲ *۰/۰۵
	پس‌آزمون	۸/۲۴ $\pm$ ۰/۳۹	۷/۷۷ $\pm$ ۰/۶۴	
اوج نیروی ۳	پیش‌آزمون	۱۱/۶۶ $\pm$ ۰/۸۶	۱۱/۲۶ $\pm$ ۰/۴۱	۰/۱۴ ۰/۷
	پس‌آزمون	۱۱/۶۹ $\pm$ ۱۰/۸۵	۱۱/۵۶ $\pm$ ۰/۸۳	

* نشان‌دهنده وجود تفاوت معنی‌دار در سطح ۰/۰۵

بحث

هدف تحقیق حاضر، بررسی اثر هشت هفته تمرین درمانی در آب بر شدت درد، ناتوانی و متغیرهای راه‌رفتن در اندام غالب زنان مبتلا به کمردرد مزمن بود. اثر بیماری کمردرد مزمن بر سلامت جسم زیان‌بار است و موجب محدودیت‌های عملکردی در افراد مبتلا می‌شود (۱۹). مطالعات نشان داده‌اند که این بیماری با دیسفانکشن و ضعف عضلات شکمی و نیز تغییر در متغیرهای راه‌رفتن همراه است (۳، ۱۹، ۲۰). نتایج مطالعه حاضر، کاهش چشمگیری در شدت درد و ناتوانی در گروه تجربی پس از اجرای هشت هفته آب‌درمانی نشان داد. محیط آبی خود به تسکین درد کمک می‌کند. افزایش جریان خون و مسدود شدن گیرنده‌های درد، علاوه بر

رفع مواد محرک، احتمال تحریک و ترشح آندروفین را به وجود می آورد که همگی از سازوکارهای کاهش درد در افراد مبتلا به کمردرد هستند (۲۱). واضح است که شدت درد تعیین کننده ناتوانی در این بیماران است (۲۲)؛ بنابراین، می توان نتیجه گرفت که همراه با کاهش درد، ناتوانی نیز کاهش می یابد. نتایج حاصل از دیگر مطالعات با یافته های مطالعه حاضر هم سو بود. کوستاوارگاس و همکاران (۲۰۱۱) نشان دادند که انجام تمرین در محیط آب، به کاهش معنادار درد در افراد مبتلا به کمردرد مزمن منجر شد (۱۱). بینایتو و همکاران (۲۰۱۴) نیز با انجام تحقیقی در آب، درباره افراد مبتلا به کمردرد مزمن، دریافتند که کاهش درد در این افراد از شدت ناتوانی آنها می کاهد (۱۲).

در باب متغیرهای فضایی-زمانی، نتایج مطالعه حاضر نشان داد که مسیر پیشروی مرکز فشار پس از اجرای تمرین ها درمانی در گروه تجربی به طور معناداری کاهش یافت. به دلیل ارتباط بین مسیر پیشروی مرکز فشار و توزیع فشار کف پای (۶)، پیش بینی این است که با بهبود توزیع فشار در کف پا، مسیر پیشروی مرکز فشار نیز به منزله خطی که نقاط پرفشار را به هم متصل می کند، بهبود یابد و به نمونه طبیعی نزدیک تر شود. با توجه به اینکه مسیر پیشروی مرکز فشار در افراد مبتلا به کمردرد نسبت به افراد سالم بدون انحنا و بلندتر است (۶)، منظور از بهبود، کاهش مسیر پیشروی مرکز فشار است. از طرفی، با توجه به اینکه بهبود در توزیع فشار کف پای به بهبود در تعادل و کنترل وضعیت بدنی این بیماران اشاره دارد (۲۳، ۲۴)، می توان گفت که بهبود در توزیع فشار کف پای، به طور مستقیم و افزایش در میزان تعادل، به طور غیرمستقیم، بر مسیر پیشروی مرکز فشار اثرگذار خواهند بود. در این زمینه، نتایج مطالعه فورنری و همکاران (۲۰۱۴) نشان داد که تمرین در آب برای افراد مبتلا به کمردرد مزمن که در تعادل وضعیت جسمی خود اختلال دارند، برای اصلاح متغیرهای راه رفتن مناسب است و تعادل را به میزان زیادی افزایش می دهد (۲۵). حیدری ده برآفتاب (۱۳۹۲) گزارش کرد که اجرای تمرین درمانی در آب به بهبود در توزیع فشار کف پای در زنان مبتلا به کمردرد مزمن در وضعیت ایستا می انجامد (۲۶). در نتایج مطالعه مورینهو بوزلی و همکاران (۲۰۱۶)، مشاهده شد که در مقایسه دو محیط آبی و خشکی، کاهش مسیر پیشروی مرکز فشار در افراد مبتلا به کمردرد مزمن در محیط آبی نسبت به محیط خشکی از روند بهتری برخوردار بوده است (۹). نتایج مطالعات پیش گفته با نتایج مطالعه حاضر هم سو است و اثر مثبت تمرین درمانی در آب را بر پارامترهای راه رفتن از جمله مسیر پیشروی مرکز فشار نشان می دهد.

با توجه به مدت زمان طولانی تر مرحله استقرار و کاهش مقدار نیروی واکنش در بیماران مبتلا به کمردرد مزمن نسبت به افراد سالم، که در نتیجه مقابله با عوامل برهم زننده تعادل است (۲۵)، پیش بینی می شود که اجرای تمرین های درمانی به منظور بهبود الگوی راه رفتن در این بیماران، به افزایش میزان نیروی عمودی واکنش زمین در اوج ها و کاهش مدت زمان تماس پا با زمین در مرحله استقرار منجر شود. نتایج مطالعه حاضر نشان داد که پس از تمرین درمانی در آب، مدت زمان تماس پا با زمین به طور معناداری در گروه تجربی نسبت به گروه کنترل کاهش یافت. افراد مبتلا به کمردرد مزمن، به دلیل ترس از سقوط و افتادن، مدت زمان تماس پا با زمین بیشتر می کنند تا با یک نواخت کردن و کاهش سرعت راه رفتن، با محرکات درونی و بیرونی مقابله کنند یا آنها

را به حداقل برسانند (۲۵). همان‌طور که گفته شد، محیط آبی به دلیل ویژگی‌های منحصربه‌فردش، همانند شناوری و غوطه‌وری، فضایی ایمن و به دور از ترس جهت اجرای تمرین‌های درمانی فراهم می‌کند (۹). کاهش ترس به آسودگی خاطر در اجرای مناسب تمرین‌ها، خصوصاً تمرینات راهرفتن منجر می‌شود و افزایش سرعت گام‌برداری را در پی دارد. این امر در نهایت به کاهش مدت‌زمان تماس پا با زمین حین راهرفتن می‌انجامد. الباز و همکاران (۲۰۰۹) نشان دادند که سرعت راهرفتن در افراد مبتلا به کم‌درد مزمن پس از اجرای مداخلات درمانی افزایش یافت (۲۷). در زمینه تأثیر تمرین در آب بر مدت‌زمان تماس پا با زمین، مطالعه‌ای یافت نشد. همان‌طور که گفته شد، با علم به ارتباط میان مدت‌زمان مرحله استقرار و نیروی حاصل از واکنش زمین (۱۰)، پیش‌بینی می‌شود که کاهش مدت این مرحله به دنبال اجرای تمرین‌ها به افزایش نیروی عمودی حاصل از واکنش زمین منجر شود. مطالعه حاضر نشان داد که مقدار اوج نیروی ۱ در گروه تجربی پس از اجرای هشت هفته تمرین درمانی در آب به طور معناداری نسبت به گروه کنترل افزایش یافت. با کاهش درد پس از اجرای تمرین‌های آب درمانی، به نظر می‌رسد بیماران مبتلا به کم‌درد مزمن دیگر نیازی به حذف مرحله برخورد پاشنه با زمین (۲۸) نخواهند داشت. از این جهت می‌توان گفت که افزایش مقدار این اوج نیرو به افزایش میزان تحمل وزن در مرحله اولیه استقرار اشاره دارد. مطالعات گذشته نشان دادند که هرچه تحمل وزن در ابتدای مرحله راهرفتن بیشتر باشد، در انتها نیز همین اتفاق خواهد افتاد، اما ممکن است این تغییرات به یک میزان نباشد (۲۹). با وجود افزایش مقدار اوج نیروی ۳ در گروه تجربی، تغییر معناداری حاصل نشد، اما این مقدار به افزایش ۲٫۷ درصدی در گروه تجربی اشاره دارد. اگرچه ممکن است این مقدار در نگاه اول جزئی به نظر آید، تأثیر آن طی صدها و هزاران گامی که در روز برداشته می‌شود اثر درخور توجهی را خواهد داشت (۳۰). رادوانویس و همکاران (۲۰۰۹) در مطالعه خود نشان دادند که مقادیر اوج نیروهای ۱ و ۳، پس از یک دوره فیزیوتراپی، در بیماران مبتلا به کم‌درد مزمن افزایش می‌یابد (۲۸). نتایج مطالعه تریپلت و همکاران (۲۰۰۹) نیز نشان داد که اجرای پروتکل تمرینی در آب برای افراد مبتلا به کم‌درد مزمن، به افزایش مقدار اوج نیروهای حاصل از واکنش زمین نسبت به اجرای تمرینات در خشکی منجر می‌شود (۳۱). مطالعه فونسکا و همکاران (۲۰۰۹) نیز نشان داد که اجرای یک دوره درمانی پیلاتس در افراد مبتلا به کم‌درد مزمن به افزایش مقادیر اوج نیروی ۱ و ۳ و کاهش اوج نیروی ۲ می‌انجامد (۳). نتایج این مطالعات با نتایج مطالعه حاضر هم‌سو است. یافته‌ها در خصوص اوج نیروی ۲ کاهش معناداری را در گروه تجربی پس از اجرای تمرینات نشان داد. با توجه به اینکه بیماران مبتلا به کم‌درد مزمن با کاهش مقدار اوج نیروی ۱، از شدت درد ناشی از نیروی واکنش زمین حین راهرفتن می‌کاهند (۲۸)، بیشترین مسئولیت ناشی از تحمل وزن بدن بر عهده مرحله میانی استقرار خواهد بود. این موضوع به افزایش مقدار اوج نیروی ۲ در بیماران مبتلا به کم‌درد مزمن می‌انجامد. پس از اجرای تمرینات درمانی و افزایش مقدار اوج نیروهای ۱ و ۳، از میزان تحمل بار در مرحله میانی استقرار کاسته شد و مقدار اوج نیروی ۲ کاهش یافت. طبق مطالعات پژوهشگر، تحقیقی یافت نشد که به رد نتایج مطالعه حاضر در خصوص اوج نیروهای حاصل از واکنش زمین بپردازد.

نتیجه گیری

یافته‌های مطالعه حاضر نشان داد که استفاده از پروتکل تمرینی حاضر با تأکید بر تمرینات راهرفتن در محیط آب، ضمن تمرکز بر تقویت عضلات اندام تحتانی و اصلاح الگوهای حرکتی، بر کاهش شدت درد، ناتوانی و بهبود شاخص‌های راهرفتن در بیماران مبتلا به کمردرد مزمن مؤثر است. بنابراین، استفاده از تمرین‌های پیشنهاد شده برای بهبود بیماران مبتلا به کمردرد مزمن مفید است. با توجه به ارتباط میان شاخص‌های کینماتیکی و کینماتیکی حین راهرفتن، پیشنهاد می‌شود مطالعات بعدی به بررسی اثر تمرین‌های راهرفتن در محیط آب بر شاخص‌های کینماتیکی در اندام تحتانی افراد مبتلا به کمردرد مزمن بپردازند.

منابع

- Hoy, D., Bain, C., Williams, G., March, L., Brooks, P., Blyth, F., Buchbinder, R. (2012). A systematic review of the global prevalence of low back pain. *Arthritis & Rheumatism*. 64(6):2028-37.
- Stanković, A., Lazović, M., Kocić, M., Zlatanović, D. (2008). Spinal segmental stabilization exercises combined with traditional strengthening exercise program in patients with chronic low back pain. *Acta Facultatis Medicae Naissensis*. 25(3):165-70.
- Da Fonseca, J.L., Magini, M., de Freitas, T.H. (2009). Laboratory gait analysis in patients with low back pain before and after a Pilates intervention. *Journal of Sport Rehabilitation*. 18(2):269-82.
- Salavati, M., Hadian, M.R., Mazaheri, M., Negahban, H., Ebrahimi, I., Talebian, S., Jafari, A.H., Sanjari, M.A., Sohani, S.M., Parnianpour, M. (2009). Test-retest reliability [corrected] of center of pressure measures of postural stability during quiet standing in a group with musculoskeletal disorders consisting of low back pain, anterior cruciate ligament injury and functional ankle instability. *Gait & Posture*. 29(3):460-4.
- Dicharry, J. (2010). Kinematics and kinetics of gait: from lab to clinic. *Clinics in Sports Medicine*. 29(3):347-64.
- Segel, J.D., Crawford, S. (2014). Anatomy of the COP gait line and computer-aided gait analysis. *Pm's Tech Forum/Orthotics & Biomechanics*. 33(7):151-6.
- Laird, R.A., Gilbert, J., Kent, P., Keating, J.L. (2014). Comparing lumbo-pelvic kinematics in people with and without back pain: a systematic review and meta-analysis. *BMC Musculoskeletal Disorders*. 15(1):229-41.
- Van Dieën J.H., Cholewicki, J., Radebold, A. (2003). Trunk muscle recruitment patterns in patients with low back pain enhance the stability of the lumbar spine. *Spine*. 28(8): 834-41.
- Marinho-Buzelli, A.R., Barela, A.M.F., Barela, J.A., Celestino, M.L., Popovic, M.R., Verrier, M. (2017). The influence of the aquatic environment on gait initiation: a pilot study. *Motor Control*. 21(2):211-26.
- Ware Jr, J.E., Kosinski, M., Keller, S.D. (1996). A 12-item short-form health survey: Construction of scales and preliminary tests of reliability and validity. *Medical Care*. 34(3):220-33.
- Cuesta-Vargas, A.I., Adams, N., Salazar, J.A., Belles, A., Hazañas, S., Arroyo-Morales, M. (2012). Deep water running and general practice in primary care for non-specific low back pain versus general practice alone: randomized controlled trial. *Clinical Rheumatology*. 31(7):1073-8.
- Baena-Beato, P.A., Artero, E.G., Arroyo-Morales, M., Robles-Fuentes, A., Gatto-Cardia, M.C., Delgado-Fernández, M. (2014). Aquatic therapy improves pain, disability, quality of life, body composition and fitness in sedentary adults with chronic low back pain. A controlled clinical trial. *Clinical Rehabilitation*. 28(4):350-60.
- Aguiar, L., Santos-Rocha, R., Vieira, F., Branco, M., Andrade, C., Veloso, A. (2015). Comparison between overweight due to pregnancy and due to added weight to simulate body mass distribution in pregnancy. *Gait & Posture*. 42(4):511-7.
- Błaszczak, J.W., Opala-Berdzik, A., Plewa, M. (2016). Adaptive changes in spatiotemporal gait characteristics in women during pregnancy. *Gait & Posture*. 43:160-4.
- Page, S.J., Shawaryn, M.A., Cernich, A.N., Linacre, J.M. (2002). Scaling of the revised Oswestry low back pain questionnaire. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 83(11):1579-84.
- Davidson, M., Keating, J.L. (2002). A comparison of five low back disability questionnaires: Reliability and responsiveness. *Physical Therapy*. 82(1):8-24.
- www.backcare.org.uk
- https://www.psychometrica.de/effect_size.html
- Leetun, D.T., Ireland, M.L., Willson, J.D., Ballantyne, B.T., Davis, I.M. (2004). Core stability measures as risk factors for lower extremity injury in athletes. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 36(6):926-34.
- Bruckner, P., Khan, K. (2009). *Clinical sports medicine: revised 3rd edition*. McGraw Hill.
- Batterham, S.I., Heywood, S., Keating, J.L. (2011). Systematic review and meta-analysis comparing land and aquatic exercise for people with hip or knee arthritis on function, mobility and other health outcomes. *BMC Musculoskeletal Disorders*. 12(1):123-35.
- Brunner, E., De Herdt, A., Minguet, P., Baldew, S.S., Probst, M. (2013). Can cognitive behavioural therapy based strategies be integrated into physiotherapy for the prevention of chronic low back pain? A systematic review. *Disability and Rehabilitation*. 35(1):1-10.
- Harringe, M.L., Halvorsen, K., Renström, P., Werner, S. (2008). Postural control measured as the center of pressure excursion in young female gymnasts with low back pain or lower extremity injury. *Gait & Posture*. 28(1):38-45.
- 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):358-68.

25. Furnari, A., Calabrò, R.S., Gervasi, G., La Fauci-Belponer, F., Marzo, A., Berbiglia, F., Paladina, G., De Cola, M.C., Bramanti, P. (2014). Is hydrokinesitherapy effective on gait and balance in patients with stroke? A clinical and baropodometric investigation. *Brain Injury*. 28(8):1109-14.
26. Heydari DehBarAftab, S.B.A. (1392). The comparison between effect of six and eight weeks exercise therapy in water on pain, disability and distribution of plantar pressure in patients with chronic low back pain. (Master's Degree). Bu-Ali Sina University. (persian).
27. Elbaz, A., Mirovsky, Y., Mor, A., Enosh, S., Debbi, E., Segal, G., Barzilay, Y., Debi, R. (2009). A novel biomechanical device improves gait pattern in patient with chronic nonspecific low back pain. *Spine*. 34(15):E507-12.
28. Radovanovic, D. (2009). Vertical ground reaction forces during walking in patients with low back pain before and after physical therapy. *Journal of Physiotherapy Und Laufanalyse*. 1-14.
29. Farjad Pezeshk, A., Sadeghi, H., Farzadi, M. (2013). Comparison of plantar pressure distribution and vertical ground reaction force between dominant and none-dominant limb in healthy subjects using principle component analysis (PCA) technique. *Journal of Rehabilitation*. 14(1): 91-102.
30. Speck, B.J., Looney, S.W. (2006). Self-reported physical activity validated by pedometer: A Pilot Study. *Public Health Nursing*. 23(1):88-94.
31. Triplett, N.T., Colado, J.C., Benavent, J., Alakhdar, Y., Madera, J., Gonzalez, L.M., Tella, V. (2009). Concentric and impact forces of single-leg jumps in an aquatic environment versus on land. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 41(9):1790-6.