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

علی یلفانی*[۱]، بهناز ملکی[۲]، زهرا رییسی[۳]

۱. دانشیار، آسیب‌شناسی و حرکات اصلاحی، دانشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه بوعلی‌سینا همدان
۲. کارشناس ارشد، آسیب‌شناسی و حرکات اصلاحی، دانشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه بوعلی‌سینا همدان
۳. استادیار، آسیب‌شناسی و حرکات اصلاحی، دانشکده تربیت‌بدنی 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 شایع‌ترین مشکلات اسکلتی- عضلانی است. این عارضه، علاوه‌بر ایجاد درد و ناتوانی، بر متغیرهای راه‌رفتن در افراد مبتلا نیز اثر می‌گذارد. هدف این مطالعه، بررسی اثر تمرینات درمانی در آب بر درد، ناتوانی، متغیرهای فضایی-زمانی و کینتیکیِ راه‌رفتن در زنان مبتلا به کمردرد مزمن است. ۲۴ زن مبتلا به کمردرد مزمن (با میانگین سنی ۲۶/۶ سال) در مطالعهٔ حا ضر م شارکت کردند. پروتکل تمرینی در آب به مدت ه شت هفته اجرا شد. شدت درد و ناتوانی به‌ترتیب از طریق پر سش‌نامه‌های کیوبک و او سو ستری، و متغیرهای راه‌رفتن نیز با ا ستفاده از د ستگاه اندازه‌گیری توزیع ف شار کف‌پایی ارزیابی شد. تمرینات درمانی در آب به کاهش معنادار درد و ناتوانی و بهبود معنادار پارامترهای راه‌رفتن در گروه تجربی منجر شـــد ($p\leq ۰/۰۵$). تفاوت معناداری نیز بین متغیرهای پیش‌گفته در پس‌آزمون بین گروه تجربی و کنترل حاصـــل شـــد ($p\leq ۰/۰۵$). با مقایســـهٔ پیش‌آزمون و پس‌آزمون در گروه کنترل، هیچ‌گونه تفاوت معناداری مشـــاهده نشـــد ($p\geq ۰/۰۵$). با توجه به کاهش درد و ناتوانی و بهبود متغیرهای راه‌رفتن پس از هشـــت هفته تمرین در آب، پروتکل تمرینی پژوهش حاضر می‌تواند برای بهبود بیماران مبتلا به کمردرد مزمن مفید باشد.

کلیدواژه‌ها: تمرین درمانی در آب، کمردرد مزمن، درد، ناتوانی، راه‌رفتن.

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 ($p\leq 0.05$). Fore there more, 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

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-09-14]
[DOR: 20.1001.1.22520708.1398.17.18.6.8]
[DOI: 10.29252/jsmt.17.18.57]

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-09-14]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1398.17.18.6.8]

[DOI: 10.29252/jsmt.17.18.57]

مقدمه

کمردرد مزمن[1] 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 راه‌رفتن از جمله عوارضی است که در اثر کمردرد مزمن ظهور می‌کند (۳). افراد مبتلا به کمردرد مزمن هنگام راه‌رفتن 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 راه‌رفتن بر مرحلهٔ استقرار[2] می‌گذارند (۴). ازآنجاکه مرحلهٔ استقرار حدود ۶۰ درصد از کل چرخهٔ راه‌رفتن 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 پیشرویِ مرکز فشار به‌مثابهٔ متغیرهای فضایی-زمانی[3] واقع در مرحلهٔ استقرار شناخته شده‌اند (۵). مدت‌زمان استاندارد برای تماس پا با زمین حین مرحلهٔ 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 راه‌رفتن دارند (۷). وان‌دین و همکاران (۲۰۰۳) گزارش کردند که راه‌رفتن 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 راه‌رفتن اشاره دارد (۸). از دیگر شاخص‌های فضایی-زمانی حین مرحلهٔ 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 پاشنهٔ پا با زمین تا هنگامی که متاتارسال‌ها[4] 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 دربارهٔ موقعیت پا در مرحلهٔ 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 به‌مثابهٔ متغیرهای کینتیکی حین راه‌رفتن در مرحلهٔ 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 راه‌رفتن 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 راه‌رفتن نشان می‌دهند (۳). از طرفی،

1. Chronic Low Back Pain
2. Stance
3. Spatiotemporal Parameters
4. Metatarsal

هر گونه تغییر در الگوی راه‌رفتن، وضعیت‌های جبرانی در نواحی مختلف بدن ایجاد خواهد کرد که معمولاً به صورت‌های مختلف؛ از جمله انحراف در راستای اندام تحتانی و ایجاد دفورمیتی‌ها، ایمبالانس عضلانی، برهم‌خوردن تعادل و به مرور زمان، ایجاد درد در نواحی مختلف بدن، از جمله ناحیهٔ کمری، خود را نشان می‌دهد (۳،۶،۱۰). با توجه به ارتباط دوطرفهٔ درد و الگوی راه‌رفتن، اصلاح متغیرهایی که در الگوی گام‌برداری دخیل‌اند قاعدتاً بر بهبود متغیر درد در این بیماران اثر می‌گذارد. در مطالعات گذشته، همواره به تأثیر تمرین درمانی در آب به‌منزلهٔ مداخله‌ای مؤثر بر بیماران مبتلا به کمردرد مزمن اشاره شده است (۹،۱۱،۱۲). مارینهوبوزلی و همکاران (۲۰۱۷) گزارش کردند که تمرین در آب به‌منزلهٔ یک مداخلهٔ درمانی، با ویژگی‌هایی منحصربه‌فرد از جمله شناوری، غوطه‌وری و مقاومت، محیطی ایمن و مناسب برای بیماران فراهم می‌آورد و از فشار وارد بر مفاصل و اندام‌ها می‌کاهد و این امکان را به بیماران مبتلا به کمردرد مزمن می‌دهد 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 راه‌رفتن همراه با انقباض و کشش عضلات اندام تحتانی در محیط ویژه‌ای چون آب، انتخابی منطقی برای افراد مبتلا به کمردرد مزمن به‌منظور بهبود متغیرهای راه‌رفتن در برنامه‌های توان‌بخشی است (۱۳). پزشکان نیز همواره برنامه‌ای شامل تمرین‌های راه‌رفتن را به این بیماران توصیه می‌کنند (۱۴). برخلاف اکثر مطالعات گذشته که در اجرای تمرین‌های درمانی فقط بر تقویت عضلات ناحیه مرکزی تمرکز داشته‌اند (۲،۳)، مطالعهٔ حاضر پروتکلی از تمرین‌های انقباضی و کششی عضلات اندام تحتانی و تنه و انواع مختلفی از تمرین‌های راه‌رفتن را دربردارد، که هدف آن بهبود متغیرهای راه‌رفتن در این بیماران است. ازآنجاکه متغیرهای راه‌رفتن ارتباط مستقیمی با میزان درد دارند (۳)، در مطالعهٔ حاضر تلاش شد به این پرسش پاسخ داده شود که آیا بهبود متغیرهای راه‌رفتن با اجرای پروتکل تمرینی در مطالعهٔ حاضر، به کاهش درد و ناتوانی در این بیماران منجر خواهد شد؟ به‌طور مشخص، هدف مطالعهٔ 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.

روش‌شناسی

مطالعهٔ حاضر از نوع تحقیقات نیمه‌آزمایشگاهی است. مشارکت‌کنندگان از میان زنان مبتلا به کمردرد مزمن انتخاب شدند. حجم نمونه با استفاده از نرم‌افزار جی‌پاور (با توان آزمون ۸۰ درصد، اندازهٔ اثر ۰/۵ و فاصلهٔ اطمینان ۰/۹۵، ۲۴ نفر (۱۲ نفر در هر گروه) تخمین زده شد. این تعداد با توجه به احتمال ریزش نمونه‌ها برای هر گروه ۱۴ نفر در نظر گرفته شد. معیارهای ورود افراد به مطالعهٔ حاضر چنین بود: سابقهٔ بیش از سه ماه درد در ناحیهٔ کمر، نداشتن سابقهٔ جراحی در ستون فقرات یا اندام تحتانی، نداشتن اختلاف در طول پاها، نداشتن انحراف ستون مهره‌ها، نداشتن ناهنجاری‌های حاد در اندام تحتانی و کف پا، نداشتن سابقهٔ ورزش قهرمانی، و در نهایت، تأیید پزشک مبنی بر ابتلا به درد مزمن غیراختصاصی در کمر درصورتی‌که مشارکت‌کنندگان به یکی از بیماری‌های نارسایی قلبی، بیماری‌های کلیوی، اختلالات گوارشی، بیماری‌های عفونی پوستی، زخم‌های باز،

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-09-14]
[DOR: 20.1001.1.22520708.1398.17.18.6.8]
[DOI: 10.29252/jsmt.17.18.57]

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. کلیهٔ آزمودنی‌ها در ناحیهٔ راست کمر احساس درد می‌کردند و اندام برتر همهٔ آنها پای راست بود. تشخیص اندام برتر آزمودنی‌ها با روش ضربه‌زدن به توپ انجام شد.

پیش از شروع مراحل تحقیق، محققان توضیحاتی دربارهٔ روند کار به آزمودنی‌ها ارائه کردند و از آنها خواستند در صورت تمایل، برای حضور در مطالعهٔ فرم رضایت‌نامه و فرم اطلاعات فردی را تکمیل کنند. پس از بررسی‌های لازم تعداد ۲۸ فرد مبتلا به کمردرد مزمن برای شرکت در مطالعه‌ی 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.

جدول۱. میانگین ± انحراف استاندارد مشخصات دموگرافیکی آزمودنی‌ها در گروه تجربی و کنترل

متغیر	تجربی	کنترل
سن (سال)	۲۷/۰۷±۱/۶۳	۲۶/۹±۱/۳۷
قد (سانتی‌متر)	۱۶۵/۱۴±۲/۷۴	۱۶۴/۲±۵۸
جرم بدن (کیلوگرم)	۶۲/۲۸±۲/۹۴	۶۲/۱±۲/۸
شاخص تودهٔ بدنی (کیلوگرم بر متر مربع)	۲۲/۸۳±۰/۸۸	۲۳/۰۸±۰/۶۷

برای اندازه‌گیری شدت درد آزمودنی‌ها از پرسش‌نامه درد کیوبک[1] استفاده شد. این پرسش‌نامه ۲۰ سؤال پنج گزینه‌ای دارد که میزان درد را در فعالیت‌های روزمره ارزیابی می‌کند. پاسخ هر سؤال شدت درد را به‌ترتیب 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 به‌منزلهٔ درد متوسط، ۵۰ به‌مثابهٔ درد زیاد، ۷۵ به معنای درد شدید و بالاتر از آن به‌منزلهٔ 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 پرسش‌نامهٔ اوسوستری[2] استفاده شد. در این پرسش‌نامه، سطح ناتوانی عملکرد بیمار در ده بخش شش‌گزینه‌ای (کمینه صفر و بیشینه پنج) ارزیابی می‌شود. در مطالعهٔ 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 پایی[3] ساخت کمپانی زبریس کشور

1. Quebec Pain Questionnaire
2.Oswestry Disability Questionnaire

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-09-14]
[DOR: 20.1001.1.22520708.1398.17.18.6.8]
[DOI: 10.29252/jsmt.17.18.57]

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

نحوهٔ 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 مرتبهٔ میانی برای تجزیه و تحلیل ثبت شد. پروتکل تمرینی در مطالعهٔ حاضر شامل هشت هفته تمرین در آب با تعداد سه جلسه در هفته و هر جلسه به مدت یک ساعت بود (جدول۲). شدت تمرین با توجه به توانایی‌های فردی آزمودنی‌ها تنظیم می‌شد. تمرین‌ها در سه مرحلهٔ 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، ۲۰درصد 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 مرحلهٔ بعدی تمرین‌ها شروع می‌شد. با توجه به اینکه اصل اضافه‌بار باید یکی از ارکان اصلی تمرین‌ها در نظر گرفته شود و ازآنجاکه این اصل با تغییر در تعداد جلسه‌های تمرینی، شدت و حجم تمرین‌ها، تعداد تکرار و کاهش زمان استراحت بین تمرین‌ها قابل اعمال است، در مطالعهٔ‌حاضر، با درنظرگرفتن 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 تجربهٔ هیچ‌گونه مداخله‌ای را حین انجام پژوهش حاضر نداشتند.

جدول۲. پروتکل تمرینی به مدت ۸ هفته (۱۷)

سه‌هفتهٔ اول (مرحلهٔ اول)	سه‌هفتهٔ دوم (مرحلهٔ دوم)	دوهفتهٔ سوم (مرحلهٔ سوم)
گام‌برداشتن به سمت جلو	گام‌برداشتن به سمت عقب	لانچ به سمت عقب
گام‌برداشتن به پهلو	گام‌برداشتن متقاطع به سمت عقب	فلکشن ران به همراه انقباض شکم
گام‌برداشتن متقاطع به روبه‌رو	کشش همسترینگ	فلکشن و اکستنشن زانو درحالی‌که ران ۹۰ درجه خم شده باشد
بالابردن پا از روبه‌رو با زانوی کشیده	لانچ در جهت روبه‌رو	حرکت مشابه رکاب‌زدن دوچرخه (یک‌پا ثابت و پای دیگر متحرک)
بالابردن پا از پهلو با زانوی کشیده	لانچ در جهت جانبی	شناورشدن به سینه و پازدن کرال
بالاآوردن قایقی دست‌ها	خم‌شدن جانبی از دو سمت	شناورشدن به پشت و جمع‌کردن زانو در شکم
چرخش سر، دست‌ها (در حالت کشیده) و لگن به طرفین	اسکات همراه با انقباض شکم	
بالاآوردن زانو در شکم		
شناورشدن		

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-09-14]
[DOR: 20.1001.1.22520708.1398.17.18.6.8]
[DOI: 10.29252/jsmt.17.18.57]

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 معنی‌داربودن نتایج، از آزمون تعقیبی بنفرونی برای تحلیل داده‌ها در سطح معناداری p≤۰/۰۵ استفاده شد. برای اندازه‌گیری اندازهٔ اثر، از روش اختلاف میانگین گروه‌ها با تعداد نمونه‌های نابرابر استفاده شد (اثر کوچک= ۰/۲، اثر متوسط= ۰/۵، و اثر بزرگ= ۰/۸) (۱۸). به‌منظور تفسیر آسان‌تر نتایج، بیشینهٔ نیروی حاصل از واکنش در تماس اولیهٔ پا با زمین را اوج نیروی ۱، کمینهٔ نیرو در مرحلهٔ میانی سکون را اوج نیروی ۲ و بیشینهٔ نیرو در مرحلهٔ پیشروی را اوج نیروی ۳ نامیدیم.

یافته‌ها

نتایج آزمون شاپیرو–ویلک نشان‌دهندهٔ توزیع طبیعی داده‌ها بود، ضمن اینکه مقایسهٔ اطلاعات دموگرافیکی آزمودنی‌ها در دو گروه تفاوت معنی‌داری نشان نداد (p≥۰/۰۵). مقایسهٔ بین گروه‌ها در پیش‌آزمون برای هیچ‌کدام از متغیرها معنادار نبود (p≥۰/۰۵). نتایج در زمینهٔ 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=۰/۰۰ و p=۰/۰۰). همچنین، کاهش معناداری در متغیرهای مربوط به راه‌رفتن، مانند مدت‌زمان تماس پا با زمین (p=۰/۰۰۲)، مسیر پیشروی مرکز فشار (p=۰/۰۰۱)، و اوج نیروی ۲ (p=۰/۰۰۰) در مقایسهٔ پیش‌آزمون و پس‌آزمون در گروه تجربی مشاهده شد. دربارهٔ اوج نیروهای ۱ و ۳ تفاوت در پیش‌آزمون و پس‌آزمون معنادار نبود (p≥۰/۰۵)، اما مقادیر اندازهٔ 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≥۰/۰۵).

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

متغیر	گروه	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	مقدار P
میزان درد	تجربی	۷/۱۹±۰/۷۳	۳/۲۶±۰/۵۶	٭۰/۰۰
	کنترل	۶/۹۹±۰/۸۲	۷/۰۵±۰/۸۶	۱/۰۰
شدت ناتوانی	تجربی	۴۶/۲۸±۸/۰۱	۳۲/۷۱±۴/۱۲	٭۰/۰۰
	کنترل	۴۵/۸۰±۶/۷	۴۶/۰۰±۶/۹۲	۱/۰۰
مدت زمان تماس با زمین	تجربی	۰/۷۹±۰/۲۷	۰/۶۶±۰/۰۷	٭۰/۰۲
	کنترل	۰/۷۷±۰/۲۰	۰/۷۵±۰/۱۷	۱/۰۰
مسیر پیشروی مرکز فشار	تجربی	۲۱۷/۶۹±۱۴/۲	۲۰۶/۳۵±۱۷/۷۴	٭۰/۰۰۱
	کنترل	۲۱۶/۵۹±۹/۳۴	۲۱۷/۶۷±۹/۶۸	۱/۰۰
اوج نیروی۱	تجربی	۱۰/۳۶±۰/۷۴	۱۰/۴۳±۰/۸۴	۱/۰۰
	کنترل	۱۰/۷۸±۰/۴۲	۱۱/۰۶±۰/۵۱	۰/۲
اوج نیروی۲	تجربی	۸/۶۳±۰/۷۷	۷/۷۷±۰/۶۴	٭۰/۰۰
	کنترل	۸/۳۰±۰/۳۰	۸/۲۴±۰/۸۹	۱/۰۰
اوج نیروی۳	تجربی	۰/۴۱±۱۱/۲۶	۱۱/۵۶±۰/۸۳	۰/۲
	کنترل	۱۱/۶۶±۰/۸۶	۱۱/۶۹±۰/۸۵	۱/۰۰

٭نشان‌دهندهٔ وجود تفاوت معنی‌دار در سطح ۰/۰۵

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-09-14]
[DOR: 20.1001.1.22520708.1398.17.18.6.8]
[DOI: 10.29252/jsmt.17.18.57]

همان‌گونه که در جدول ۴ مشاهده می‌شود، گروه‌های مطالعه در پیش‌آزمون اختلاف معناداری با هم نداشتند (p≥۰/۰۵). نتایج تجزیه و تحلیل آماری در باب مقایسهٔ میزان درد (p=۰/۰۰)، شدت ناتوانی (p=۰/۰۰)، مدت‌زمان تماس پا با زمین (p=۰/۰۱)، و اوج نیروی ۲ (p=۰/۰۵) کاهش معناداری در پس‌آزمون گروه تجربی نسبت به گروه کنترل نشان داد. مقدار اوج نیروی ۱ در مقایسهٔ دو گروه، افزایش معناداری در گروه تجربی نسبت به گروه کنترل در پس‌آزمون نشان داد (p=۰/۰۴). نتایج مسیر پیشروی مرکز فشار تفاوت معناداری را بین گروه کنترل و تجربی نشان نداد (p=۰/۰۸). مقدار اندازهٔ اثر برای مسیر پیشروی مرکز فشار برابر با ۰/۷ بود که این مقدار، اثر متوسط به بالایی را نشان می‌دهد. در زمینهٔ اوج نیروی سوم نیز تفاوت معناداری مشاهده نشد (p=۰/۷). مقدار اندازهٔ اثر برای این متغیر در مقایسهٔ دو گروه برابر ۰/۱ بود که نشان‌دهندهٔ 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± انحراف استاندارد)	گروه تجربی (میانگین±انحراف استاندارد)	مقدارp
میزان درد	پیش‌آزمون	۶/۹۹±۰/۸۲	۷/۱۹±۰/۷۳	۰/۵۳
	پس‌آزمون	۷,۰۵±۱,۰۲	۳/۲۶±۰/۵۶	*۰/۰۰
شدت ناتوانی	پیش‌آزمون	۴۵/۸۰±۶/۷	۴۶/۲۸±۶/۰۱	۰/۸۵
	پس‌آزمون	۴۶/۵±۶/۳۵	۳۲/۷۱±۴/۱۲	*۰/۰۰
مدت زمان تماس پا	پیش‌آزمون	۰/۷۷±۰/۲۰	۰/۷۹±۰/۲۷	۰/۸
با زمین	پس‌آزمون	۰/۷۶±۰/۱۸	۰/۶۶±۰/۰۷	*۰/۰۱
مسیر پیشروی مرکز فشار	پیش‌آزمون	۲۱۶/۵۰±۹/۳۴	۲۱۷/۶۹±۱۴,۲	۰/۸
	پس‌آزمون	۲۱۷/۹۸±۹/۳۷	۲۰۶/۳۵±۱۷/۷۴	۰/۰۸
اوج نیروی۱	پیش‌آزمون	۱۰/۷۸±۰/۴۲	۱۰/۳۶±۰/۷۴	۰/۱۲
	پس‌آزمون	۱۱/۰۶±۰/۵۱	۱۰/۴۳±۰/۸۴	*۰/۰۴
اوج نیروی۲	پیش‌آزمون	۸/۳۰±۰/۳۰	۸/۶۳±۰/۷۷	۰/۲
	پس‌آزمون	۸/۲۴±۰/۳۹	۷/۷۷±۰/۶۴	*۰/۰۵
اوج نیروی۳	پیش‌آزمون	۱۱/۶۶±۰/۸۶	۱۱/۲۶±۰/۴۱	۰/۱۴
	پس‌آزمون	۱۱/۶۹±۱۰/۸۵	۱۱/۵۶±۰/۸۳	۰/۷

*نشان‌دهندهٔ 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 مطالعهٔ 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 مسدودشدن گیرنده‌های درد، علاوه‌بر

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-09-14]
[DOR: 20.1001.1.22520708.1398.17.18.6.8]
[DOI: 10.29252/jsmt.17.18.57]

رفع مواد محرک، احتمال تحریک و ترشح آندروفین را به‌وجود می‌آورد که همگی از سازوکارهای کاهش درد در افراد مبتلا به کمردرد هستند (۲۱). واضح است که شدت درد تعیین‌کنندهٔ ناتوانی در این بیماران است (۲۲)؛ بنابراین، می‌توان نتیجه گرفت که همراه با کاهش درد، ناتوانی نیز کاهش می‌یابد. نتایج حاصل از دیگر مطالعات با یافته‌های مطالعهٔ حاضر هم‌سو 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). بینابیتو و همکاران (۲۰۱۴) نیز با انجام تحقیقی در آب، دربارهٔ افراد مبتلا به کمردرد مزمن، دریافتند که کاهش درد در این افراد از شدت ناتوانی آنها می‌کاهد (۱۲).

در باب متغیرهای فضایی-زمانی، نتایج مطالعهٔ حاضر نشان داد که مسیر پیشروی مرکز فشار پس از اجرای تمرین‌ها درمانی در گروه تجربی به‌طور معناداری کاهش یافت. به‌دلیل ارتباط بین مسیر پیشروی مرکز فشار و توزیع فشار کف پایی (۶)، پیش‌بینی این است که با بهبود توزیع فشار در کف پا، مسیر پیشروی مرکز فشار نیز به‌منزلهٔ خطی که نقاط پرفشار را به هم متصل می‌کند، بهبود یابد و به نمونهٔ طبیعی نزدیک‌تر 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 پایی به بهبود در تعادل و کنترل وضعیت بدنی این بیماران اشاره دارد (۲۳،۲۴)، می‌توان گفت که بهبود در توزیع فشار کف پایی، به‌طور مستقیم و افزایش در میزان تعادل، به‌طور غیرمستقیم، بر مسیر پیشروی مرکز فشار اثرگذار خواهند بود. در این زمینه، نتایج مطالعهٔ 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 راه‌رفتن مناسب است و تعادل را به میزان زیادی افزایش می‌دهد (۲۵). حیدری ده‌برآفتاب (۱۳۹۲) گزارش کرد که اجرای تمرین درمانی در آب به بهبود در توزیع فشار کف پایی در زنان مبتلا به کمردرد مزمن در وضعیت ایستا می‌انجامد (۲۶). در نتایج مطالعهٔ مورینهو بوزلی و همکاران (۲۰۱۶)، مشاهده شد که در مقایسهٔ 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 پیش‌گفته با نتایج مطالعهٔ حاضر هم‌سو است و اثر مثبت تمرین درمانی در آب را بر پارامترهای راه‌رفتن از جمله مسیر پیشروی مرکز فشار نشان می‌دهد.

با توجه به مدت‌زمان طولانی‌تر مرحلهٔ استقرار و کاهش مقدار نیروی واکنش در بیماران مبتلا به کمردرد مزمن نسبت به افراد سالم، که در نتیجهٔ مقابله با عوامل برهم‌زنندهٔ تعادل است (۲۵)، پیش‌بینی می‌شود که اجرای تمرین‌های درمانی به‌منظور بهبود الگوی راه‌رفتن در این بیماران، به افزایش میزان نیروی عمودی واکنش زمین در اوج‌ها و کاهش مدت‌زمان تماس پا با زمین در مرحلهٔ استقرار منجر شود. نتایج مطالعهٔ حاضر نشان داد که پس از تمرین درمانی در آب، مدت‌زمان تماس پا با زمین به‌طور معناداری در گروه تجربی نسبت به گروه کنترل کاهش یافت. افراد مبتلا به کمردرد مزمن، به‌دلیل ترس از سقوط و افتادن، مدت‌زمان تماس پا با را زمین بیشتر می‌کنند تا با یک‌نواخت‌کردن و کاهش سرعت راه‌رفتن، با محرکات درونی و بیرونی مقابله کنند یا آنها

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-09-14]
[DOR: 20.1001.1.22520708.1398.17.18.6.8]
[DOI: 10.29252/jsmt.17.18.57]

را به حداقل برسانند (۲۵). همان‌طور که گفته شد، محیط آبی به‌دلیل 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 کمردرد مزمن پس از اجرای مداخلات درمانی افزایش یافت (۲۷). در زمینهٔ تأثیر تمرین در آب بر مدت‌زمان تماس پا با زمین، مطالعه‌ای یافت نشد. همان‌طور که گفته شد، با علم به ارتباط میان مدت‌زمان مرحلهٔ استقرار و نیروی حاصل از واکنش زمین (۱۰)، پیش‌بینی می‌شود که کاهش مدت این مرحله به‌دنبال اجرای تمرین‌ها به افزایش نیروی عمودی حاصل از واکنش زمین منجر شود. مطالعهٔ حاضر نشان داد که مقدار اوج نیروی ۱ در گروه تجربی پس از اجرای هشت هفته تمرین درمانی در آب به‌طور معناداری نسبت به گروه کنترل افزایش یافت. با کاهش درد پس از اجرای تمرین‌های آب درمانی، به‌نظر می‌رسد بیماران مبتلا به کمردرد مزمن دیگر نیازی به حذف مرحلهٔ برخورد پاشنه با زمین (۲۸) نخواهند داشت. از این جهت می‌توان گفت که افزایش مقدار این اوج نیرو به افزایش میزان تحمل وزن در مرحلهٔ اولیهٔ استقرار اشاره دارد. مطالعات گذشته نشان دادند که هرچه تحمل وزن در ابتدای مرحلهٔ 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 به‌نظر 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 مطالعهٔ خود نشان دادند که مقادیر اوج نیروهای ۱ و ۳، پس از یک دوره فیزیوتراپی، در بیماران مبتلا به کمردرد مزمن افزایش می‌یابد (۲۸). نتایج مطالعهٔ تریپلت و همکاران (۲۰۰۹) نیز نشان داد که اجرای پروتکل تمرینی در آب برای افراد مبتلا به کمردرد مزمن، به افزایش مقدار اوج نیروهای حاصل از واکنش زمین نسبت به اجرای تمرینات در خشکی منجر می‌شود (۳۱). مطالعهٔ فونسکا و همکاران (۲۰۰۹) نیز نشان داد که اجرای یک دورهٔ درمانی پیلاتس در افراد مبتلا به کمردرد مزمن به افزایش مقادیر اوج نیروی ۱ و ۳ و کاهش اوج نیروی ۲ می‌انجامد (۳). نتایج این مطالعات با نتایج مطالعهٔ 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 کمردرد 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 عهدهٔ مرحلهٔ میانی استقرار خواهد بود. این موضوع به افزایش مقدار اوج نیروی ۲ در بیماران مبتلا به کمردرد مزمن می‌انجامد. پس از اجرای تمرینات درمانی و افزایش مقدار اوج نیروهای ۱ و ۳، از میزان تحمل بار در مرحلهٔ میانی استقرار کاسته شد و مقدار اوج نیروی ۲ کاهش یافت. طبق مطالعات پژوهشگر، تحقیقی یافت نشد که به رد نتایج مطالعهٔ حاضر در خصوص اوج نیروهای حاصل از واکنش زمین بپردازد.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-09-14]
[DOR: 20.1001.1.22520708.1398.17.18.6.8]
[DOI: 10.29252/jsmt.17.18.57]

نتیجه‌گیری

یافته‌های مطالعهٔ 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 کینتیکی 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

1. 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.
2. 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.
3. 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.
4. 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.
5. Dicharry, J. (2010). Kinematics and kinetics of gait: from lab to clinic. Clinics in Sports Medicine. 29(3):347-64.
6. 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.
7. 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
8. Van DieënJ.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.
9. 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.
10. 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.
11. 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.
12. 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.
13. 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.
14. Błaszczyk, J.W., Opala-Berdzik, A., Plewa, M. (2016). Adaptive changes in spatiotemporal gait characteristics in women during pregnancy. Gait & Posture. 43:160-4.
15. 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.
16. Davidson, M., Keating, J.L. (2002). A comparison of five low back disability questionnaires: Reliability and responsiveness. Physical Therapy. 82(1):8-24.
17. www.backcare.org.uk
18. https://www.psychometrica.de/effect_size.html
19. 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.
20. Brukner, P. Khan, K. (2009). Clinical sports medicine: revised 3rd edition. McGraw Hill.
21. 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
22. 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.
23. 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.
24. 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.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-09-14]
[DOR: 20.1001.1.22520708.1398.17.18.6.8]
[DOI: 10.29252/jsmt.17.18.57]

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.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-09-14]
[DOR: 20.1001.1.22520708.1398.17.18.6.8]
[DOI: 10.29252/jsmt.17.18.57]