مقاله کارآزمایی بالینی
مجله دانشگاه علوم پزشکی رفسنجان
دوره ۲۳، اسفند ۱۴۰۳، ۱۰۹۲-۱۰۷۶

تأثیر افزودن آموزش علوم اعصاب درد بر تمرینات کنترل حرکتی در محیط آب و خشکی بر تقارن توزیع فشار کف‌پایی در زنان مبتلا به کمردرد مزمن غیراختصاصی: یک مطالعه کارآزمایی بالینی

فاطمه سوری[۱]، علی یلفانی[۲]، محمدرضا احمدی[۳]، آزاده عسگرپور[۴]

دریافت مقاله: ۱۴۰۳/۰۵/۲۷ ارسال مقاله به نویسنده جهت اصلاح: ۱۴۰۳/۰۹/۱۰ دریافت اصلاحیه از نویسنده: ۱۴۰۳/۱۱/۲۰ پذیرش مقاله:۱۴۰۳/۱۱/۲۳

چکیده

زمینه و هدف: اختلال کنترل حرکتی در بیماران مبتلا به کمردرد مزمن غیراختصاصی (NSCLBP) می‌تواند توزیع فشار کف‌پایی را دستخوش تغییراتی سازد و بارگذاری ستون فقرات را افزایش و به توسعه NSCLBP منجر شود. هدف مطالعه حاضر تعیین تأثیر افزودن آموزش علوم اعصاب درد بر تمرینات کنترل حرکتی در محیط آب و خشکی بر تقارن توزیع فشار کف‌پایی در زنان مبتلا به NSCLBP بود.

مواد و روش‌ها: این مطالعه کارآزمایی بالینی، در سال ۱۴۰۳ در دانشگاه بوعلی سینا همدان انجام شد. تعداد ۶۰ زن مبتلا به NSCLBP به‌صورت در دسترس انتخاب و به‌طور تصادفی به گروه تجربی و کنترل تخصیص یافتند (n=۳۰). گروه تجربی به مدت ۴ هفته تمرینات کنترل حرکتی در محیط آب و خشکی همراه با آموزش علوم اعصاب دریافت کردند و گروه کنترل مداخله‌ای دریافت نکردند. شدت درد، ترس از حرکت، و توزیع فشار کف‌پایی در دو مرحله پیش آزمون و پس آزمون ارزیابی شدند. جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها از آنالیز کوواریانس چندمتغیره استفاده شد.

یافته‌ها: مقایسه نتایج بین گروهی نشان داد که تفاوت معناداری در کاهش درد (P<۰/۰۰۱) ، ترس از حرکت (P<۰/۰۰۱) بهبود تقارن توزیع فشار کف‌پایی در گروه تجربی در مقایسه با گروه کنترل مشاهده شد (P<۰/۰۰۱).

نتیجه‌گیری: ترکیب آموزش علوم اعصاب با تمرینات کنترل حرکتی در بازه زمانی ۴ هفته‌ای به‌طور معناداری با اندازه اثر متوسط شدت درد و ترس از حرکت را کاهش داد و تقارن توزیع فشار کف‌پایی را بهبود بخشید. بنابراین، پیشنهاد می‌شود فیزیوتراپیست‌ها برای توان‌بخشی بیماران مبتلا به NSCLBP تمرینات مذکور را در نظر بگیرند.

واژه‌های کلیدی: کمردرد مزمن غیراختصاصی، توزیع فشار کف‌پایی، کنترل حرکتی، آموزش علوم اعصاب درد، آب‌درمانی

ارجاع: سوری ف، یلفانی ع، احمدی مر، عسگرپور آ. تأثیر افزودن آموزش علوم اعصاب درد بر تمرینات کنترل حرکتی در محیط آب و خشکی بر تقارن توزیع فشار کف‌پایی در زنان مبتلا به کمردرد مزمن غیراختصاصی: یک مطالعه کارآزمایی بالینی. *مجله دانشگاه علوم پزشکی رفسنجان*، سال ۱۴۰۳، دوره ۲۳ شماره ۱۲، صفحات: ۱۰۹۲-۱۰۷۶.

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه توانبخشی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران
۲- استاد، گروه توانبخشی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران
تلفن: ۰۸۱-۳۸۳۰۳۲۴۱، پست الکترونیکی: yalfani@basu.ac.ir
۳- دانشجوی دکتری، گروه توانبخشی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران
۴- دکتری، گروه توانبخشی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-05-30]

[DOI: 10.61186/jrums.23.12.1076]

مقدمه

کمردرد (Low Back pain; LBP) به عنوان درد، تنش عضلانی، سفتی در چین‌های سرینی و لبه دنده‌ای با یا بدون درد ارجاع شده در پاها تعریف می‌شود و ۴۹ درصد الی ۹۰ درصد افراد را در طول زندگی تحت تأثیر قرار می‌دهد (۲، ۱). کمردرد مزمن غیراختصاصی (Non-Specific Chronic Low Back Pain; NSCLBP) از جمله شایع‌ترین مشکلات اسکلتی عضلانی در سراسر جهان به شمار می‌رود و ۸۵ درصد از انواع LBP را شامل می‌شود (۳، ۱).

ستون فقرات کمری از طریق مفصل ساکروایلیاک به اندام تحتانی متصل می‌شود و بخش عظیمی از نیروها را از اندام فوقانی به مفصل ساکروایلیاک، لگن و زانو منتقل می‌کند (۴). عدم تعادل عضلانی ناحیه کمری لگنی به ویژه عضله عرضی شکمی، مولتی فیدوس، دیافراگم و عضلات کف لگنی یک عامل کلیدی در ثبات ضعیف ناحیه کمری لگنی و تنه هستند (۶، ۵). اختلال عملکرد این عضلات ممکن است باعث تضعیف حمایت از ستون فقرات کمری، افزایش فشار و بار روی مفاصل و رباط‌های ستون فقرات کمری شده و نهایتا منجر به LBP شود (۵). علاوه بر این، متعاقب کاهش ثبات ستون فقرات کمری نیروهای مضاعفی از اندام فوقانی به اندام تحتانی منتقل شده که نهایتاً به عدم تقارن توزیع فشار کف‌پایی منجر می‌شود (۷). ارزیابی توزیع فشار کف‌پایی بینشی از میزان بارگذاری کف‌پایی در طول فعالیت‌های عملکردی را ارائه می‌دهد که می‌تواند نشان دهنده میزان نیروهایی باشد که به ستون فقرات منتقل می‌شوند (۹-۸). Yalfani و همکاران گزارش کردند که در بیماران با NSCLBP به دلیل تغییرات در استراتژی های تعادلی توزیع فشار در قسمت قدامی پا افزایش یافته است (۷). علاوه بر این، Lee و همکاران گزارش کردند که تقارن توزیع فشار کف‌پایی بین پای راست و چپ متقارن نبوده که علت آن می‌تواند رفتار جبرانی برای کاهش درد و تغییرات بیومکانیکی ناشی از درد باشد (۱۰). بنابراین، بررسی توزیع فشار کف‌پایی می‌تواند درک بهتری از مکانیک غیرطبیعی اندام تحتانی ارائه دهد که پتانسل تغییر الگوی بارگذاری در ستون فقرات را دارد (۹، ۸).

اخیرا از تمرینات کنترل حرکتی برای بازگرداندن هماهنگی، کنترل راستای ستون‌فقرات، بهبود الگوی به کارگیری عضلات مرکزی و تنه در توانبخشی بیماران مبتلا به NSCLBP استفاده می‌شود (۱۱). تمرینات در محیط آب به دلیل خواص فیزیکی آب شامل شناوری، کاهش نیروی گرانش، ویسکوزیته و فشار هیدرواستاتیکی، بارگذاری کمتری نسبت به تمرینات زمینی بر روی عضلات و مفاصل بیماران مبتلا به LBP وارد می‌کند و شدت درد کاهش می‌یابد (۱۲). Ansari و همکاران نشان دادند که تمرین در آب در جمعیت زنان مبتلا به کمردرد مزمن منجر به کاهش درد و انعطاف‌پذیری شد (۱۲). با این حال، Yalfani و همکاران گزارش کردند که تمرینات پیلاتس در آب در مقایسه با تمرینات خشکی اثرات مشابهی بر کاهش درد، ناتوانی و کنترل تعادل بیماران مبتلا به NSCLBP داشت (۱۳). آموزش علوم اعصاب درد یک مداخله روان‌شناختی است که هدف آن اصلاح باورهای ذهنی بیماران در مورد درد و عوامل روانشناختی درد است (۱۴). ترکیب تمرینات کنترل حرکتی با آموزش علوم اعصاب درد می‌تواند اندازه اثر برنامه‌های توانبخشی را افزایش دهد (۱۵). در این راستا، Rabiei و همکاران نشان دادند که آموزش علوم اعصاب درد همراه با تمرینات کنترل حرکتی منجر به کاهش درد، و ناتوانی در بیماران مبتلا به CLBP (Chronic Low Back pain) شد (۱۵).

بر اساس جستجوی جامع محققین در پایگاه‌های علمی، تاکنون هیچ کارآزمایی بالینی تأثیر برنامه توان‌بخشی مبتنی بر آموزش

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-05-30]

[DOI: 10.61186/jrums.23.12.1076]

CCBY-NC.4.0 DEED

علوم اعصاب درد و کنترل حرکتی در محیط آب و خشکی بر تقارن توزیع فشار کف‌پایی در بیماران با NSCLBP را در بوته آزمایش قرار نداده است. بنابراین، هدف مطالعه حاضر تعیین تأثیر تمرینات کنترل حرکتی در محیط آب و خشکی همراه با آموزش علوم اعصاب درد بر تقارن توزیع فشار کف‌پایی در زنان مبتلا به NSCLBP بود.

مواد و روش‌ها

این مطالعه یک کارآزمایی بالینی دوسویه کور با طرح پیش آزمون-پس‌آزمون است که در آزمایشگاه توان‌بخشی دانشگاه بوعلی سینا در سال ۱۴۰۳ انجام شد. مطالعه حاضر در کمیته اخلاق دانشگاه بو علی سینا همدان (IR.BASU.REC.1402.095) تأیید شد و در مرکز کارآزمایی بالینی با شماره IRCT20240311061249N1 ثبت گردید. جامعه آماری تحقیق حاضر زنان ۳۰ تا ۵۰ ساله مبتلا به NSCLBP بودند که توسط پزشک متخصص غربالگری شده و به طور داوطلبانه در این مطالعه شرکت کردند.

قبل از شروع تحقیق با استفاده از نرم‌افزار G*Power نسخه ۳،۱،۹،۲ حجم نمونه تعیین گردید. بر اساس یک کارآزمایی بالینی پیشین که همسو با هدف مطالعه حاضر بود، خطای نوع اول ۰/۰۵، خطای نوع دوم ۰/۲۰، و اندازه اثر ۰/۷۴ در آیتم‌های آزمون F (ANCOVA: fixed effects, main effects, and interactions) در نظر گرفته شد (۷). خروجی نرم‌افزار نشان داد که ۳۸ بیمار برای شرکت در این مطالعه نیاز است که با تخمین ریزش ۶۰ درصد و افزایش توان آماری، محققان ۶۰ بیمار واجد شرایط را ثبت نام کردند.

در بدو ورود بیماران به آزمایشگاه توان‌بخشی، ابتدا رضایت‌نامه آگاهانه را امضاء کردند. سپس برای ارزیابی شاخص‌های قد از قدسنج (BSM370 stadiometer InBody) " ساخت کشور آمریکا و برای اندازه‌گیری وزن از ترازوی دیجیتال (BMS370 stadiometer In Body) ساخت کشور آمریکا استفاده شد. شاخص توده بدنی از تقسیم جرم برحسب کیلوگرم بر مجذور قد برحسب متر مربع محاسبه گردید (۱۶). سپس یک محقق معیارهای ورود و خروج را بررسی کرد تا بیماران واجد شرایط را شناسایی کند. لازم به ذکر است که در این کارآزمایی بالینی محققان از مفاد اعلامیه هلیسنکی ۲۰۰۸ پیروی کردند.

معیارهای ورود شامل دامنه سنی محدود به ۳۰ الی ۵۰ سال، شدت درد بیشتر از ۳ در مقیاس آنالوگ بصری ۱۰ سانتی‌متری، NSCLBP حداقل برای ۶ ماه، شاخص توده بدنی نرمال (۲۵-۲۰ کیلوگرم بر مترمربع)، سطح تحصیلات حداقل دبیرستان بود (۲۰-۱۷، ۵). معیارهای خروج شامل اختلالات عصبی عضلانی، بدراستایی ستون فقرات و سایر مفاصل، آسیب‌های اندام تحتانی، آسیب مغزی، بارداری، شاخص توده بدنی بالا (۲۵< کیلوگرم بر مترمربع)، شرایطی که می‌تواند بر کنترل تعادل تأثیر گذارد (داروها، اختلالات بینایی و دهلیزی)، شکستگی مهره، بیماری التهابی، سابقه جراحی، بارداری، درد سیاتیک، استفاده از داروهای ضد درد، بیماری قلبی، شرکت در جلسات فیزیوتراپی برای درمان LBP در ۶ ماه گذشته، و بیماری عصبی مرکزی یا محیطی بود (۲۰-۱۷، ۵).

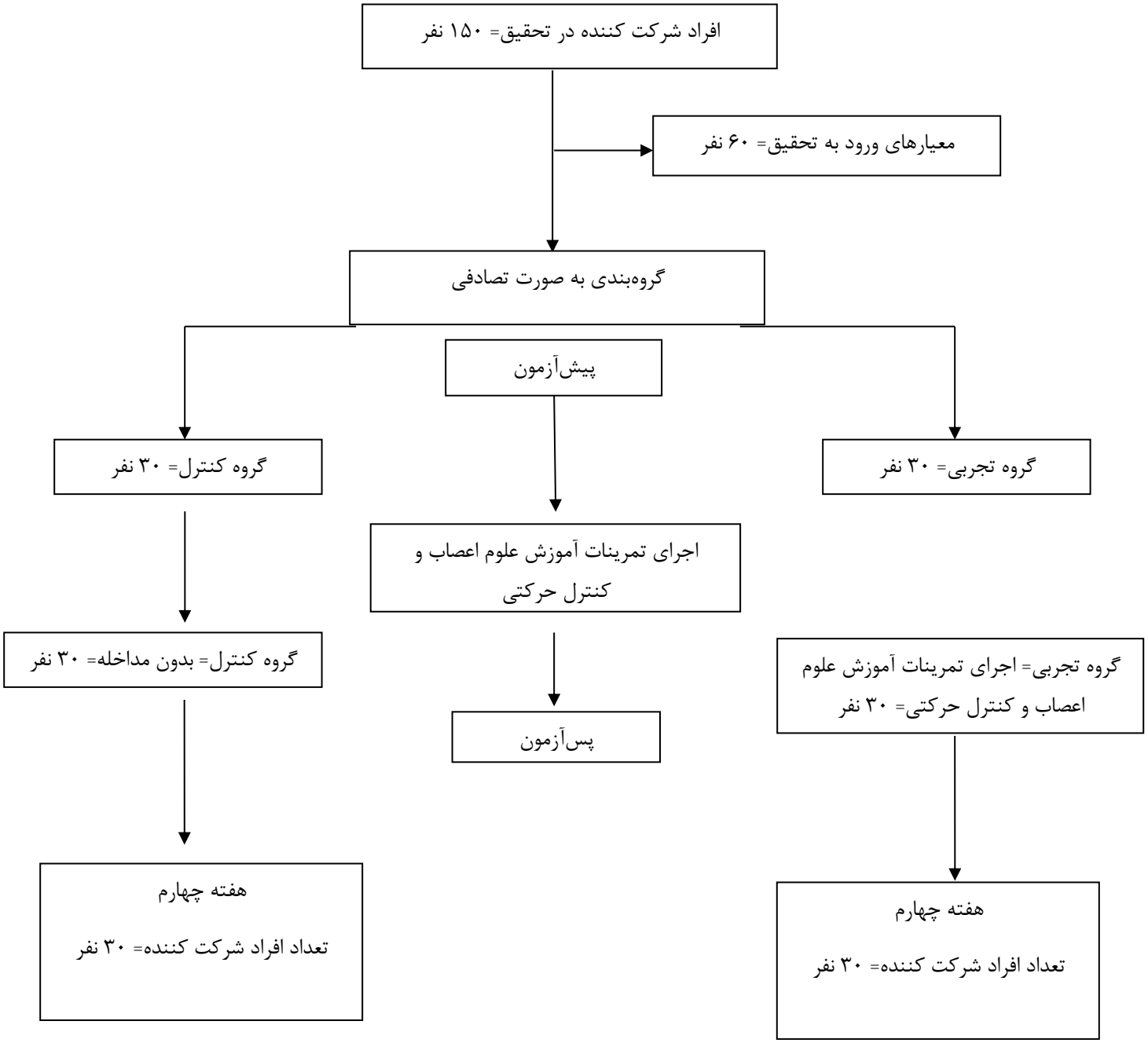
پس از شناسایی بیماران واجد شرایط و ارزیابی پیش آزمون، یک محقق که از طرح تحقیق کاملاً بی‌اطلاع بود با نرم‌افزار کامپیوتری Random Allocation اعداد تصادفی را در بلوک‌های ۴ تولید کرد و در پاکت‌های مهر و موم شده غیرشفاف قرار داد که حاوی اطلاعات کدگذاری شده برای تخصیص گروهی بود. سپس، محقق دیگری که از پروسه تصادفی‌سازی و طرح تحقیق آگاهی نداشت پاکت‌ها را باز می‌کرد تا تخصیص گروهی مشخص شود.

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-05-30]

[DOI: 10.61186/jrums.23.12.1076]

CCBY-NC.4.0 DEED

نهایتاً بیماران با نسبت ۱:۱ به گروه تجربی (۳۰ نفر) و کنترل (۳۰ نفر) تخصیص یافتند (نمودار ۱). بیماران و ارزیابان از نحوه تخصیص گروهی و طرح تحقیق مطلع نبودند. علاوه بر این، از بیماران خواسته شد تا اطلاعات گروه تخصیص را برای ارزیابان فاش نکنند. بنابراین، ارزیابان و بیماران از طرح تحقیق و تخصیص گروهی هیچ اطلاعی نداشتند.



شکل ۱ - نمودار کانسورت روند انتخاب، ارزیابی و پی‌گیری مشارکت کنندگان

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-05-30]

[DOI: 10.61186/jrums.23.12.1076]

CCBY-NC.4.0 DEED

متغیرهای تحقیق شامل درد، ترس از حرکت، و توزیع فشار کف‌پایی بود که در دو وهله زمانی پیش آزمون و پس آزمون (قبل و بعد از ۴ هفته) در آزمایشگاه توان‌بخشی دانشگاه بوعلی سینا توسط متخصصین آزمایشگاه ارزیابی شدند.

برای اندازه‌گیری میزان شدت درد از مقیاس درجه‌بندی دیداری درد استفاده شد. مقیاس درجه‌بندی دیداری درد یک نوار افقی ۱۰ سانتی‌متری است که یک انتهای آن عدد صفر (عدم وجود درد) و انتهای دیگر عدد ده (شدیدترین درد ممکن) را نمایش می‌دهد. این مقیاس یکی از معتبرترین روش‌های درجه بندی کمی درد است که به طور گسترده در پژوهش‌ها مورد استفاده قرار گرفته است. ضریب پایایی آن (ICC=۰/۹۱ (Intraclass correlation coefficient) گزارش شده است (۲۲-۲۱). هم‌چنین، در پژوهش حاضر ضریب آلفای کرونباخ برای تعیین پایایی این ابزار برابر با ۰/۸۷ بود که نشان می‌دهد از پایایی مناسبی برخوردار است.

ترس از حرکت با پرسش‌نامه ۱۷ گویه‌ای تمپا ارزیابی شد (ICC=۰/۷۸) (۲۳). این پرسش‌نامه دارای ۱۷ عبارت می‌باشد که از آزمودنی خواسته شد تا هر یک از عبارات را بر اساس احساس واقعی خود تکمیل کند. هدف آن ارزیابی میزان ترس از حرکت از ابعاد مختلف (باور به آسیب دیدگی، اجتناب از فعالیت) می‌باشد. طیف نمره‌گذاری آن بر اساس طیف لیکرت چهار گزینه‌ای (به گزینه "کاملاً مخالفم" نمره ۱ و به گزینه "کاملاً موافقم" نمره ۴ تعلق می‌گیرد) می‌باشد (۱۶، ۲۴). حداقل امتیاز ممکن ۱۷ و حداکثر امتیاز ۶۸ می‌باشد. نمرات بالاتر نشان‌دهنده ترس بیشتر از حرکت یا ترس بیشتر از آسیب مجدد است. در پژوهش Rahmati و همکاران روایی این پرسش‌نامه مورد تأیید قرار گرفته است. به منظور محاسبه پایایی آن از روش ضریب آلفای کرونباخ استفاده گردید. میزان آلفای کرونباخ برای این پرسش‌نامه ۰/۸۲ به‌دست آمد که نشانگر پایایی خوب این مقیاس است (۲۵). هم چنین، در پژوهش حاضر ضریب آلفای کرونباخ برای تعیین پایایی این ابزار برابر با ۰/۸۶ بود که نشان می‌دهد از پایایی مناسبی برخوردار است.

برای ارزیابی توزیع فشار کف‌پایی از دستگاه آنالیز فشار کف پایی مدل زبریس نسخه ۱,۲,۹ استفاده شد (Foot pressing model, FDMeS, Zebris Co., Germany) (ICC=۰/۹۱) (۲۶). مشخصات این دستگاه شامل یک صفحه در ابعاد ۳۴×۵۴ سانتی متر است که در مجموع ۲۵۶۰ سنسور فعال با حساسیت بالا در این صفحه تعبیه شده است که قادر است میزان فشار را در دامنه ۱۲۰ الی ۱ نیوتن بر سانتی‌متر مربع با نرخ نمونه‌برداری ۵۰ هرتز ثبت کند. قبل از شروع ارزیابی، دستگاه کالیبره می‌شد و از بیماران خواسته شد تا به‌صورت دوپا با پای برهنه بر روی ناحیه مشخص شده روی دستگاه قرار گیرند. برای کنترل حرکات سر و تأثیر آن بر نتیجه ارزیابی از بیماران خواسته شد تا به علامتی که در روبه‌رو و در فاصله ۲ متری از بیمار بر روی دیوار نصب شده بود، نگاه کنند و در همین حال هر دو دست در کنار بدن آویزان باشد. داده‌های توزیع فشار کف‌پایی طی ۳۰ ثانیه جمع‌آوری شد. از بیماران خواسته شد در این بازه زمانی موقعیت اتخاذ شده را تا پایان آزمون حفظ کنند و از حرکات سر و اندام‌ها اجتناب کنند. نمایشگر کامپیوتر و نرم‌افزار FDM-S مقادیر توزیع فشار کف‌پایی را به‌صورت گرافیکی و عددی نشان می‌داد. پس از اتمام آزمون نرم‌افزار FDM-S مقادیر فشار کف‌پایی در قسمت جلو و عقب پای راست و چپ و میزان فشار در پای راست و چپ را به‌صورت درصدی گزارش کرد. برای محاسبه تقارن فشار کف‌پایی در جلو و عقب پا از رابطه ۱ و تقارن فشار کف‌پایی بین پای راست و چپ از

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-05-30]

[DOI: 10.61186/jrums.23.12.1076]

CCBY-NC.4.0 DEED

رابطه ۲ استفاده شد (۲۴، ۲۷). توزیع فشار کف‌پایی متقارن در جلو پا ۳۳ درصد و عقب پا ۶۶ درصد گزارش شده است. علاوه بر این، توزیع فشار کف‌پایی متقارن در پای راست و چپ ۵۰ درصد می‌باشد (۲۸-۲۷، ۲۴).

رابطه ۲

$$SI = \frac{\text{Right Force}}{\text{Right Force + Left Force}}$$

رابطه ۱

$$SI = \frac{\text{Forward Force}}{\text{Forward Force + Backward Force}}$$

بیماران گروه تجربی تمرینات کنترل حرکتی را برای ۴ هفته، ۶ جلسه در هفته (۳ جلسه در آب / ۳ جلسه در خشکی)، و هر جلسه به مدت ۴۵ دقیقه انجام دادند. تمرینات در مرکز توان‌بخشی و استخر دانشگاه بوعلی سینا انجام شد. لازم به ذکر است که تمامی تمرینات کنترل حرکتی در آب و خشکی یکسان بوده است. در مرحله اول، به بیماران آموخته شد تا عضلات عمقی و تثبیت کننده ستون فقرات کمری (عرضی شکم و مولتی فیدوس) را به صورت ایزوله منقبض کنند و به تدریج با پیشرفت بیمار تمرینات انقباض دیافراگم و عضلات کف لگنی نیز اضافه شد (۳۲-۲۹). علاوه بر این، اصول صحیح تنفس در حین تمرینات به بیماران آموزش داده شد. هنگامی که انقباض ایزوله عضلات برای ۱۰ ثانیه در ۱۰ تکرار حفظ می‌شد پیشرفت به مرحله بعدی امکان‌پذیر بود (۳۳). در مرحله دوم، طی فعالیت‌های پویا و عملکردی فراخوانی عضلات عمقی و سطحی ادغام شد. در این مراحل، با انجام حرکات ترکیبی سایر اندام‌ها و تنه و هم‌چنین تأکید بر فعال‌سازی و انقباض مناسب عضلات عمقی و سطحی ستون فقرات، بارگذاری به تدریج بر روی ستون فقرات توسعه یافت. هدف مرحله دوم بهبود هماهنگی، راستای وضعیتی و ثبات ستون فقرات بود (۳۲-۲۹). درمانگر هنگام اجرای تمرینات برای بیماران بازخورد ارائه می‌کرد که با پیشرفت و تسلط بیمار بر مکانیک صحیح اجرای حرکت میزان بازخورد به تدریج کاهش می‌یافت.

جلسات درمانی مربوط به آموزش علوم اعصاب درد ۲ بار در هفته و هر جلسه به مدت ۳۰ دقیقه بود. به‌طور کلی، هدف آموزش علوم اعصاب درد بر آموزش و آگاهی بیمار از علت درد، شروع درد، و نحوه کاهش درد تأکید دارد که ممکن است توسط نتیجه‌گیری‌های تشخیصی، پیش‌آگهی یا پروتکل‌های درمانی که نتایج قابل توجهی از آنان حاصل نشده در ذهن بیماران تحمیل و تثبیت شده باشند (۳۲). در طول جلسات آموزش علوم اعصاب درد، اطلاعاتی مربوط به ماهیت درد، انواع درد، نوروفیزیولوژی درد و کاهش باورهای ترس-اجتناب و رفتار اجتنابی ناشی از درد برای بیماران ارائه شد (۱۵-۱۴، ۳۱). به‌طور کلی، بیماران آموختند که پردازش درد توسط مغز ایجاد، ترکیب و کنترل می‌شود و علائم درد اغلب با حساسیت بیش از حد سیستم عصبی مرکزی و نه با آسیب بافت همراه است. گروه کنترل مداخله‌ای دریافت نکردند و به فعالیت‌های روزانه خود پرداختند.

تجزیه و تحلیل آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۶ انجام شد. از آزمون Shapiro-Wilk برای اطمینان از نرمال بودن توزیع داده‌ها استفاده شد. از آزمون ام باکس (Box's M) برای

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-05-30]

[DOI: 10.61186/jrums.23.12.1076]

CCBY-NC.4.0 DEED

بررسی همگنی ماتریس‌های کوواریانس، از آزمون Levene برای بررسی همگنی واریانس بین گروه‌ها و از آنالیز کوواریانس چندمتغیره (مانکووا) به منظور مقایسه میانگین‌ها در گروه آزمایش و کنترل با حذف اثر نمرات پیش‌آزمون استفاده شد. با استفاده از داده‌های پیش آزمون و پس‌آزمون درصد تغییرات برای تمامی متغیرها محاسبه شد (posttest-pretest/pretest × 100) (۳۴). اندازه اثر با استفاده از داده Partial eta squared (np^2) استخراج شد و بر اساس طبقه‌بندی Cohen به‌صورت کوچک (<۰/۲۰)، متوسط (۰/۷۹-۰/۲۱)، و بزرگ (>۰/۸۰) طبقه‌بندی شد (۳۵). سطح معناداری در آزمون‌ها ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

نتایج

جدول ۱، نشان می‌دهد که تفاوت معناداری در ویژگی دموگرافیک بیماران مشاهده نشد.

جدول ۱- اطلاعات دموگرافیک برحسب گروه‌های مورد بررسی در زنان مبتلا به کمر درد مزمن غیراختصاصی شهر همدان در سال ۱۴۰۳

متغیر	گروه تجربی (n=۳۰)	گروه کنترل (n=۳۰)	مقدار P
سن (سال)	۴۰/۶۷ ± ۵/۷۴	۴۱/۱۷ ± ۶/۶۳	۰/۱۸۴
قد (سانتی‌متر)	۱۶۶/۷۸ ± ۶/۱۴	۱۶۵/۴۸ ± ۵/۶۸	۰/۸۸۸
وزن (کیلوگرم)	۶۰/۹۳ ± ۵/۲۰	۵۸/۸۳ ± ۳/۷۰	۰/۹۲۱
شاخص توده بدن (کیلوگرم بر مترمربع)	۲۱/۸۷ ± ۱/۹۰	۲۱/۵۰ ± ۱/۸۱	۰/۲۰۴

آزمون شاپیروویلک، P<۰/۰۵ اختلاف معنی‌داری

در جدول ۲، یافته‌های توصیفی متغیرهای پژوهش ارائه شده اند. در این جدول آمار توصیفی مربوط به میانگین و انحراف معیار نمرات درد، ترس از حرکت و تقارن توزیع فشار کف‌پایی به تفکیک گروه آزمایش و کنترل در مرحله پیش‌آزمون و پس‌آزمون گزارش شده است. همان‌طور که ملاحظه می‌گردد، میانگین نمرات گروه کنترل در پس‌آزمون نسبت به پیش‌آزمون تفاوت زیادی را نشان نمی‌دهد، در حالی‌که میانگین نمرات درد، ترس از حرکت در گروه آزمایش در پس‌آزمون کاهش بیشتری نسبت به پیش آزمون نشان می‌دهد. تقارن توزیع فشار کف‌پایی در گروه آزمایش در پس‌آزمون بهبود بیشتری نسبت به پیش‌آزمون نشان می‌دهد.

جدول ۲- میانگین و انحراف استاندارد نمرات متغیرهای پژوهش در مرحله پیش‌آزمون و پس‌آزمون برحسب گروه‌های مورد بررسی در زنان مبتلا به کمر درد مزمن غیراختصاصی شهر همدان در سال ۱۴۰۳

گروه	متغیر	پیش‌آزمون انحراف استاندارد ± میانگین	پس‌آزمون انحراف استاندارد ± میانگین
تجربی (n=۳۰)	درد	۶/۴۰ ± ۱/۶۵	۲/۸۰ ± ۱/۷۸
	ترس از حرکت	۴۳/۲۳ ± ۵/۸۸	۲۹/۸۷ ± ۶/۸۵
	تقارن توزیع فشار پای راست- چپ	۰/۴۲۱ ± ۰/۰۲	۰/۴۵۹ ± ۰/۰۱
	تقارن فشار بخش قدامی – خلفی پای راست	۰/۴۵۰ ± ۰/۰۳	۰/۴۰۴ ± ۰/۰۲
	تقارن فشار بخش قدامی – خلفی پای چپ	۰/۴۶۰ ± ۰/۰۲	۰/۴۱۸ ± ۰/۰۲
کنترل	درد	۵/۶۳ ± ۱/۳۵	۶/۳۷ ± ۱/۱۸
	ترس از حرکت	۴۲/۰۳۷ ± ۴/۳۵	۴۵/۲۳ ± ۴/۲۵

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-05-30]

[DOI: 10.61186/jrums.23.12.1076]

CCBY-NC.4.0 DEED

(n=۳۰)	تقارن توزیع فشار پای راست- چپ	۰/۴۵۱ ± ۰/۰۱	۰/۴۳۲ ± ۰/۰۲
	تقارن فشار بخش قدامی – خلفی پای راست	۰/۴۲۷ ± ۰/۰۱	۰/۴۵۰ ± ۰/۰۳
	تقارن فشار بخش قدامی – خلفی پای چپ	۰/۴۴۲ ± ۰/۰۱	۰/۴۶۳ ± ۰/۰۱

برای بررسی اثربخشی تمرینات آموزش علوم اعصاب درد همراه با تمرینات کنترل حرکتی در محیط آب و خشکی بر متغیرهای درد، ترس از حرکت و تقارن توزیع فشار کف‌پایی در زنان مبتلا به NSCLBP از تحلیل کوواریانس چندمتغیره استفاده شد. به منظور استفاده از این روش آماری، پیش‌فرض‌های این تحلیل مورد بررسی قرار گرفت. برای بررسی پیش‌فرض نرمال بودن توزیع داده‌ها از آزمون Shapiro-Wilk استفاده شد. نتایج نشان داد توزیع نمرات گروه آزمایش و کنترل در مرحله پیش آزمون و پس‌آزمون نرمال بود (P>۰/۰۵). نتایج آزمون Levene برای بررسی همگنی واریانس متغیرهای وابسته در گروه‌ها نشان داد که واریانس درد (F=۰/۲۶۳، P=۰/۸۰۳)، ترس از حرکت (F=۳/۲۵۹، P=۰/۰۷۴)، تقارن توزیع فشار پای راست-چپ (F=۰/۰۶۱، P=۳/۹۶۲)، تقارن فشار بخش قدامی-خلفی پای راست (F=۰/۳۱۷، P=۱/۰۲۰)، و تقارن فشار بخش قدامی-خلفی پای چپ (F=۳/۲۲۱، P=۰/۰۷۸)، در گروه‌ها همگن است. نتایج آزمون ام باکس برای بررسی همگنی ماتریس کوواریانس متغیرهای وابسته در بین گروه مداخله و کنترل نیز نشان داد که ماتریس کوواریانس متغیرهای وابسته دو گروه همگن است (F=۲/۳۸۳، P=۰/۱۵۱).

یافته‌های حاصل از تحلیل کوواریانس چندمتغیره بر طبق جدول ۳، حاکی از این است که سطح معناداری آماره F چندمتغیره آزمون پیلاپی، ویلکز، هتلینگ و روی، از ۰/۰۵ کمتر است (P<۰/۰۰۱). بنابراین، بین گروه تجربی و کنترل، حداقل در یکی از متغیرهای وابسته تفاوت آماری معناداری وجود دارد.

جدول ۳- خلاصه نتایج تحلیل کوواریانس چندمتغیره جهت بررسی اثربخشی تمرینات آموزش علوم اعصاب همراه با تمرینات کنترل حرکتی بر تقارن توزیع فشار کف‌پایی در زنان مبتلا به کمردرد مزمن غیراختصاصی شهر همدان در سال ۱۴۰۳

منبع	نام آزمون	مقدار مشاهده شده	درجه آزادی فرضیه	درجه آزادی خطا	مقدار P	مقدار F
گروه	اثر پیلایی	۰/۹۱۵	۵	۴۹	<۰/۰۰۱	۱۰۵/۶۱۴
	ویلکز	۰/۲۲۲	۵	۴۹	<۰/۰۰۱	۱۰۵/۶۱۴
	هیلینگ	۳/۵۰۶	۵	۴۹	<۰/۰۰۱	۱۰۵/۶۱۴
	روی	۳/۵۰۶	۵	۴۹	<۰/۰۰۱	۱۰۵/۶۱۴

در جدول ۴، نتایج تحلیل کوواریانس نشان می‌دهد که تفاوت معناداری در کاهش درد (P<۰/۰۰۱، η^2=۰/۶۴۱)، ترس از حرکت (P<۰/۰۰۱، η^2=۰/۷۶۸)، بهبود تقارن توزیع فشار کف‌پایی در قسمت قدامی و خلفی پای راست (P<۰/۰۰۱، η^2=۰/۴۷۰)، و پای چپ (P<۰/۰۰۱، η^2=۰/۶۸۰)، و هم‌چنین بهبود در تقارن توزیع فشار کف‌پایی بین پای راست و چپ مشاهده شد (P<۰/۰۰۱، η^2=۰/۵۱۶).

هم‌چنین، طبق نتایج جدول ۴ با توجه به اندازه اثر (ضریب اتا) محاسبه شده، گروه تجربی با اندازه اثر متوسط یک کاهش ٪۵۶/۲۵ در شدت درد، کاهش ۳۰/۹۰ درصد ترس از حرکت، تقارن ۱۰ درصد در توزیع فشار کف‌پایی بخش قدامی و خلفی پای

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-05-30]
[DOI: 10.61186/jrums.23.12.1076]

CCBY-NC.4.0 DEED

راست، تقارن ۹/۱۳ درصد در توزیع فشار کف‌پایی بخش قدامی و خلفی پای چپ، و یک تقارن ۹/۰۲ درصد در توزیع فشار کف‌پایی پای راست و چپ داشت.

جدول ٤- نتایج تحلیل کوواریانس جهت بررسی اثربخشی تمرینات آموزش علوم اعصاب همراه با تمرینات کنترل حرکتی بر تقارن توزیع فشار کف‌پایی در زنان مبتلا به کمردرد مزمن غیراختصاصی شهر همدان در سال ۱۴۰۳

متغیر		مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	مقدار F	مقدار P	مجذور اتا	توان آماری
درد	پیش‌آزمون	۱۰/۶۳۸	۱	۱۰/۶۳۸	۶/۹۳۴	<۰/۰۰۱	۰/۱۱۶	۰/۷۳۴
	گروه	۱۴۵/۴۲۵	۱	۱۴۵/۴۲۵	۹۴/۷۹۱	<۰/۰۰۱	۰/۶۴۱	۱/۰۰۰
	خطا	۸۱/۳۱۱	۵۳	۱/۵۳۴				
	کل	۱۵۸۵/۰۰۰	۶۰					
ترس از حرکت	پیش‌آزمون	۳۸/۱۹۹	۱	۳۸/۱۹۹	۲/۲۶۹	<۰/۰۰۱	۰/۰۴۱	۰/۳۱۶
	گروه	۲۹۶۱/۶۶۰	۱	۲۹۶۱/۶۶۰	۱۷۵/۹۰۷	<۰/۰۰۱	۰/۷۶۸	۱/۰۰۰
	خطا	۸۹۲/۳۳۵	۵۳	۱۶/۸۳۷				
	کل	۹۰۰۲۹/۰۰۰	۶۰					
تقارن توزیع فشار پای راست- چپ	پیش‌آزمون	۰/۰۹	۱	۰/۰۹	۱۱/۱۱۷	<۰/۰۰۲	۰/۱۷۳	۰/۹۰۵
	گروه	۰/۰۱۵	۱	۰/۰۱۵	۵۶/۴۷۰	<۰/۰۰۱	۰/۵۱۶	۱/۰۰۰
	خطا	۰/۰۱۴	۵۳	۰/۰۰۰				
	کل	۱۱/۹۶۹	۶۰					
تقارن فشار بخش قدامی – خلفی پای راست	پیش‌آزمون	۰/۰۱۱	۱	۰/۰۱۱	۱۶/۵۱۰	<۰/۰۰۱	۰/۲۲۵	۰/۹۷۹
	گروه	۰/۰۳۴	۱	۰/۰۳۴	۴۷/۰۳۷	<۰/۰۰۱	۰/۴۷۰	۱/۰۰۰
	خطا	۰/۰۳۸	۵۳	۰/۰۰۱				
	کل	۱۱/۰۴۸	۶۰					
تقارن فشار بخش قدامی – خلفی پای چپ	پیش‌آزمون	۰/۰۱۵	۱	۰/۰۱۵	۶۵/۹۲۱	<۰/۰۰۱	۰/۵۳۶	۱/۰۰۰
	گروه	۰/۰۲۶	۱	۰/۰۲۶	۱۱۲/۶۳۳	<۰/۰۰۱	۰/۶۸۰	۱/۰۰۰
	خطا	۰/۰۱۲	۵۳	۰/۰۰۰				
	کل	۱۱/۷۲۷	۶۰					

بحث

کارآزمایی بالینی حاضر با هدف تعیین تأثیر افزودن آموزش علوم اعصاب درد به تمرینات کنترل حرکتی در محیط آب و خشکی بر تقارن توزیع فشار کف‌پایی در زنان مبتلا به NSCLBP بود. نتایج این مطالعه به‌طور معناداری کاهش درد، و ترس از حرکت و بهبود تقارن توزیع فشار کف‌پایی را نشان داد، در حالی

CCBY-NC.4.0 DEED

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-05-30]
[DOI: 10.61186/jrums.23.12.1076]

که گروه کنترل هیچ بهبودی در متغیرهای تحقیق نداشت. نتایج مطالعه حاضر با یافته‌های Yalfani و همکاران (۷) همسو بود. بر اساس جستجوی جامع محقق، هیچ مطالعه‌ای که مغایر با یافته های مطالعه حاضر باشد، یافت نشد. بنابراین، به‌نظر می‌رسد توزیع فشار کف‌پایی نامتقارن باید برای مدیریت و درمان LBP مورد توجه محققان و پزشکان قرار گیرد، زیرا بارگذاری مضاعف می‌تواند در حین فعالیت‌های روزمره به ستون فقرات منتقل شود. نتایج اندازه اثر نشان داد که مداخلات در نظر گرفته شده تأثیر متوسطی بر کاهش درد، ترس از حرکت و بهبود تقارن فشار کف پایی داشت که می‌تواند به دلیل بازه زمانی کوتاه مدت (۴ هفته‌ای) دوره درمان باشد.

به‌طور کلی نوسانات (Center of pressure; COP) با میزان توزیع فشار کف‌پایی همبستگی دارد (۲۷). مطالعات کنترل وضعیتی در بیماران مبتلا به NSCLBP نشان می‌دهد که نوسانات COP در جهت قدامی افزایش می‌یابد که می‌تواند توزیع فشار کف‌پایی در قسمت قدامی پا را افزایش دهد (۷،۳۶). بنابراین، بخشی از مکانیسم بهبود تقارن فشار کف‌پایی را می‌توان از طریق کاهش نوسانات COP توضیح داد. افزایش نوسانات COP در بیماران مبتلا به NSCLBP می‌تواند ناشی از اختلال در حس عمقی ناحیه کمری-لگنی باشد (۵، ۳۷). درد می‌تواند الگوی کنترل حرکتی را تغییر دهد (۳۸). تغییرات در برنامه‌ریزی الگوی حرکتی ناشی از درد، حس‌عمقی مفاصل ستون فقرات کمری را تضعیف می‌کند و به افزایش نوسانات وضعیتی منجر می‌شود (۳۹). در مطالعه حاضر تمرینات کنترل حرکتی، بر بازآموزی عضلات عرضی شکمی و مولتی فیدوس تاکید داشت که دارای منابع غنی ورودی حسی هستند و نقش مهمی در کنترل تعادل و راستای وضعیتی دارند (۱۸). به‌نظر می‌رسد تمرینات کنترل حرکتی با تأکید بر ناحیه مرکزی بدن باعث افزایش فعالیت این عضلات، تحریک دوک‌های عضلانی و گیرنده‌های مفصلی می‌شود (۱۸). علاوه بر مکانیسم مذکور، بهبود الگوی هم‌انقباضی عضلات عرض شکمی و مولتی فیدوس طی تمرینات می‌تواند کنترل حرکتی را بهبود بخشد و حس‌عمقی کمری‌لگنی را تقویت کند (۳۹). در نتیجه، یکپارچگی حسی حرکتی افزایش یافته و متعاقباً نوسانات COP کاهش می‌یابد و توزیع فشار کف‌پایی به حالت متقارن نزدیک می‌شود (۳۷، ۷). در این راستا، نتایج مطالعه Yalfani و همکاران نشان داد که تمرینات ثبات مرکزی با تأکید بر تقویت عضلات عرضی شکمی و مولتی‌فیدوس حس‌عمقی ستون فقرات کمری را تقویت کرده و نوسانات وضعیتی کاهش یافته و توزیع فشار کف پایی متقارن شد (۷، ۵).

علاوه بر نکات فوق، یافته‌ها نشان داده است که بیماران مبتلا به NSCLBP اغلب از استراتژی مچ‌پا برای بازیابی تعادل استفاده می‌کنند، که این امر موجب افزایش نوسانات COP در جهت قدامی می‌شود و توزیع فشار کف‌پایی در قسمت قدامی پا افزایش می‌یابد (۷،۳۶). در این راستا، Hlaing و همکاران نشان دادند که تمرینات ثبات مرکزی متمرکز بر کنترل حرکتی استراتژی‌های کنترل تعادل را اصلاح کرده و نوسانات وضعیتی را کاهش داد (۱۸). بنابراین، استدلال می‌شود که بازیابی استراتژی تعادل پس از دوره توان‌بخشی می‌تواند از دیگر علل بهبود تقارن توزیع فشار کف‌پایی در قسمت قدامی و خلفی پا باشد (۱۸). از سوی دیگر، عضله عرض شکمی و مولتی‌فیدوس به عنوان مولدهای اولیه فشار داخل شکمی عمل می‌کنند که با انقباض این عضلات فشار داخل شکمی افزایش می‌یابد و به تثبیت ستون فقرات کمری منجر می‌شود (۴۰، ۱۸). علاوه بر این، عضله عرض شکمی به لایه‌های میانی و خلفی فاسیای توراکولومبار متصل است. این فاسیا به عنوان یک گیرنده عمقی عمل می‌کند و با انقباض عضله عرض شکمی فاسیا توراکولومبار کشیده می‌شود (۴۲، ۴۱). در نتیجه، این مکانیسم با

CCBY-NC.4.0 DEED

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-05-30]
[DOI: 10.61186/jrums.23.12.1076]

ایجاد یک کمربند استوانه‌ای به افزایش ثبات ناحیه مرکزی و ستون فقرات کمری کمک می‌کند که متعاقب آن شدت درد، نوسانات وضعیتی و میزان بارگذاری کاهش می‌یابد (۴۱، ۱۸). بنابراین، با افزایش ثبات مرکزی در ناحیه پروگزیمال، پایداری و ثبات قابل‌توجهی برای زنجیره حرکتی دیستال فراهم می‌شود که باعث کاهش نیروها مضاعف در قسمت دیستال می‌شود (۳۲). در این راستا، Yalfani و همکاران گزارش کردند که تمرینات ثبات مرکزی متمرکز بر کنترل حرکتی در بیماران مبتلا به NSCLBP به تقارن فشار کف‌پایی در قسمت قدامی و خلفی پا منجر شد (۷).

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که در گروه تجربی بهبود معناداری در تقارن توزیع فشار کف‌پایی بین پای راست و چپ وجود دارد. به‌نظر می‌رسد این یافته در نتیجه کاهش درد و ترس از حرکت باشد. در راستای نتایج مطالعه حاضر، Lendraitienė و همکاران گزارش کردند که ترکیب آموزش علم اعصاب با تمرینات فیزیوتراپی در بیماران با CLBP تأثیر معناداری در کاهش ترس از حرکت داشت (۴۳). بر اساس شواهد علمی بیماران مبتلا به NSCLBP برای تسکین درد و ترس از حرکت و آسیب مجدد از مکانیسم جبرانی loading/unloading استفاده می‌کنند که می تواند به بارگذاری یکطرفه در پای غیرغالب منجر شود (۴۴، ۷). به‌طور کلی، رفتارهای جبرانی یک مکانیسم محافظتی و حساسیت مرکزی به فعالیت گیرنده‌های درد است که باعث ترس از حرکت می‌شود (۴۴، ۷). آموزش علوم اعصاب درد بر این نکته اشاره دارد که درد مزمن ناشی از نوروپلاستیسیته در مغز است که منجر به افزایش حساسیت سیستم عصبی مرکزی می‌شود. بنظر می‌رسد آموزش بیماران در مورد نحوه کنترل درد و درک احساس آن‌ها به کاهش حساسیت سیستم عصبی مرکزی، ترس از حرکت، و تسکین درد کمک می‌کند (۳۲). بنابراین، می‌توان استدلال داشت که وقتی بیماران مبتلا به NSCLBP مداخلات ترکیبی مبتنی بر روانشناختی و کنترل حرکتی را دریافت کنند بر ترس از حرکت غلبه کرده و الگوی حرکتی و بارگذاری را با کمترین میزان تغییر می‌دهند.

در مطالعه حاضر محدودیت‌هایی وجود داشت که توجه محققان در مطالعات آتی بر این نکات می‌تواند نتایج این کارآزمایی بالینی را تقویت کند. اول، توزیع فشار کف‌پایی فقط در حالت استاتیک ارزیابی شد که نسبت به فعالیت‌های روزمره مانند بالارفتن و پایین آمدن از پله چالش کمتری دارد. در نتیجه، در تعمیم این نتایج به سایر فعالیت‌های عملکردی باید احتیاط کرد. دوم، جامعه آماری مطالعه حاضر به جمعیت زنان محدود بود که در تعمیم نتایج حاصل شده بر جمعیت مردان باید محتاط بود. بنابراین، پیشنهاد می‌شود محققان توزیع فشار کف‌پایی را در فعالیت‌های چالش برانگیز مانند بالارفتن و پایین آمدن، به تفکیک در جمعیت مردان و زنان مبتلا به NSCLBP ارزیابی کنند.

نتیجه‌گیری

ترکیب آموزش علوم اعصاب با تمرینات کنترل حرکتی در بازه زمانی ۴ هفته‌ای به‌طور معناداری با اندازه اثر متسط شدت درد و ترس از حرکت را کاهش داد و تقارن توزیع فشار کف‌پایی را بهبود بخشید. بنابراین، توصیه می‌شود فیزیوتراپیست‌ها در طراحی پروتکل‌های توان‌بخشی NSCLBP ترکیبی از آموزش علوم اعصاب درد و تمرینات کنترل حرکتی را درنظر بگیرند تا هر دو بعد روانشناختی و فیزیکی را شامل شود.

تشکر و قدردانی

مقاله حاضر، برگرفته از پایان‌نامه کارشناسی ارشد نویسنده اول مقاله در دانشگاه بوعلی سینا همدان بود. بدین‌وسیله از تمامی بیمارانی که به‌صورت داوطلبانه در این کارآزمایی بالینی شرکت کردند، صمیمانه تشکر می‌کنیم.

تعارض منافع: در این مطالعه هیچ‌گونه تعارض منافعی وجود ندارد.

CCBY-NC.4.0 DEED

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-05-30]
[DOI: 10.61186/jrums.23.12.1076]

حامی مالی: این پژوهش هیچ‌گونه حامی مالی نداشته است و برگرفته از پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه بوعلی سینا همدان می‌باشد.

ملاحظات اخلاقی (کد اخلاق): مطالعه حاضر در کمیته اخلاق در پژوهش دانشگاه بوعلی سینا همدان (**IR.BASU.REC.1402.095**) و در فهرست کارآزمایی‌های بالینی ایران (**IRCT20240311061249N1**) تأیید و ثبت شده است.

مشارکت نویسندگان

- **طراحی ایده:** علی یلفانی، فاطمه سوری
- **روش کار:** علی یلفانی، فاطمه سوری
- **جمع‌آوری داده‌ها:** فاطمه سوری، محمدرضا احمدی، آزاده عسگرپور
- **تجزیه و تحلیل داده‌ها:** فاطمه سوری، محمدرضا احمدی، آزاده عسگرپور
- **نظارت:** علی یلفانی
- **مدیریت پروژه:** علی یلفانی
- **نگارش – پیش‌نویس اصلی:** علی یلفانی
- **نگارش – بررسی و ویرایش:** فاطمه سوری، محمدرضا احمدی، آزاده عسگرپور

References

1. Turci AM, Nogueira CG, Nogueira Carrer HC, Chaves TC. Self-administered stretching exercises are as effective as motor control exercises for people with chronic non-specific low back pain: a randomised trial. *JPh* 2023; 69(2): 93–9.

2. Hirota R, Teramoto A, Murakami T, Yoshimoto M, Iesato N, Yamashita T. Effects and limitations of home-based motor-control exercise for chronic low back pain: A single center prospective study. *Plos One* 2023; 18(4): e0284741.

3. Gouteron A, Tabard-Fougère A, Moissenet F, Bourredjem A, Rose-Dulcina K, Genevay S, et al. Sensitivity and specificity of the flexion and extension relaxation ratios to identify altered paraspinal muscles' flexion relaxation phenomenon in nonspecific chronic low back pain patients. *J O E and K* 2023; 68: 102740.

4. Joseph HL, Deepashini H, Omar B, Paungmali A, Amaramalar SN, Ohnmar H, et al. Reliability Study of Plantar Pressure Measurement Among Low Back Pain Patients Carrying Different Loads. *J Sci Res* 2014; 21(7): 1044–50.

5. Yalfani A, Khani MM, Ahmadi M, Asgarpoor A. The Effect of Core Stability Exercises Combined With Abdominal Hollowing on Postural Balance in Patients With Non-specific Chronic Low Back Pain: A Randomized Controlled Trial. *Phys Treat J* 2023; 13(3): 165–74.

6. Byström MG, Rasmussen-Barr E, Grooten WJ. Motor control exercises reduces pain and disability in chronic and

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-05-30]

[DOI: 10.61186/jrums.23.12.1076]

CCBY-NC.4.0 DEED

recurrent low back pain: a meta-analysis. Spine 2013; 38(6): 350-8.

7. Yalfani A, M Mohamadkhani, MR Ahmadi AA. The Effect of Core Stability Exercises with Abdominal Hollowing on Plantar Pressure Distribution Symmetry in Females with Chronic Non-Specific Low Back Pain: An Experimental Study. *CHJ* 2023; 17(3): 81–92.

8. Anukoolkarn K, Vongsirinavarat M, Bovonsunthonchai S, Vachalathiti R. Plantar pressure distribution pattern during mid-stance phase of the gait in patients with chronic non-specific low back pain. *J Med Assoc Thail* 2015; 98(9): 896–901.

9. Hmida J, Tomschi F, Strauss AC, Hilberg T. Relationship between foot pressure and spinal parameters in healthy adults – A systematic review. *JGP* 2023; 103(2): 126–32.

10. Lee JH, Fell DW, Kim K. Plantar pressure distribution during walking: comparison of subjects with and without chronic low back pain. *JoPhThS* 2011; 23(6): 923-6.

11. Patricio, P., Roy, J.S., Macedo, L., Roy, M., Léonard, G., Hodges, P., et al. Repetitive transcranial magnetic stimulation alone and in combination with motor control exercise for the treatment of individuals with chronic non-specific low back pain (ExTraStim trial): study protocol for a randomised controlled trial. *BMJ Open* 2021; 11(3): e045504.

12. Ansari S, Elmieh A, Alipour A. The effect of aquatic exercise on functional disability, flexibility and function of trunk muscles in postmenopausal women with chronic non-specific low back pain: Randomized controlled trial. *Sci & Amp Sport* 2021; 36(3): e103–10.

13. Yalfani A, Raeisi Z, Koumasian Z. Effects of eight-week water versus mat pilates on female patients with chronic nonspecific low back pain: Double-blind randomized clinical trial. *J Body w Mov Ther* 2020; 24(4): 70–5.

14. Soheili S, Letafatkar A, Hosseinzadeh M. The effect of patient-led goal setting approach combined with pain neuroscience education or manual therapy in patients with chronic low back pain: protocol for a parallel-group randomized controlled trial. *Trials* 2023; 8; 24(1): 573.

15. Rabiei P, Sheikhi B, Letafatkar A. Comparing Pain Neuroscience Education Followed by Motor Control Exercises with Group-Based Exercises for Chronic Low Back Pain: A Randomized Controlled Trial. *Pain Pract* 2021; 21(3): 333–42.

16. Yalfani A, Asgarpoor A. The Effect of Cognitive Functional Therapy on Gait Kinetics in Women with Chronic Non-Specific Low Back Pain: A Clinical Trial Study. *J Rafsanjan Univ Med Sci* 2024; 23(6): 552–67.

17. O'Keeffe M, O'Sullivan P, Purtill H, Bargary N, O'Sullivan K. Cognitive functional therapy compared with a group-based exercise and education intervention for chronic low

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-05-30]

[DOI: 10.61186/jrums.23.12.1076]

CCBY-NC.4.0 DEED

back pain: a multicentre randomised controlled trial (RCT). *BJOSM* 2020; 54(13): 782-9.

18. Hlaing SS, Puntumetakul R, Khine EE, Boucaut R. Effects of core stabilization exercise and strengthening exercise on proprioception, balance, muscle thickness and pain related outcomes in patients with subacute nonspecific low back pain: a randomized controlled trial. *BMC MD* 2021; 22: 1-3.

19. Bemani S, Dehkordi SN, Sarrafzadeh J, Talebian S, Salehi R, Zarei J. Efficacy of a multidimensional versus usual care physiotherapy on pain and electroencephalography (EEG) spectrum in chronic nonspecific low back pain: study protocol for a randomized controlled trial. *Trials* 2021; 22: 1-1.

20. Fujii R, Imai R, Tanaka S, Morioka S. Kinematic analysis of movement impaired by generalization of fear of movement-related pain in workers with low back pain. *Plos One* 2021; 17; 16(9): e0257231.

21. Chaharmahali L, Gandomi F, Yalfani A, Fazaeli A. The effect of self-reported knee instability on plantar pressure and postural sways in women with knee osteoarthritis. *J Orthop Surg Res* 2021; 16(1): 1–10.

22. Armstrong K, Gokal R, Chevalier A, Todorsky W, Lim M. Microcurrent Point Stimulation Applied to Lower Back Acupuncture Points for the Treatment of Nonspecific Neck Pain. *J A C Med* 2017; 23(4): 295–9.

23. Nazary S, Ahmad S, Letafatkar A, Brewer BW, Sharifnezhad A. Comparison of cognitive functional therapy and movement system impairment treatment in chronic low back pain patients: a randomized controlled trial. *BMC MD* 2023; 1–13.

24. Yalfani A, Ahmadi M. Effect of neurofeedback training on psychological features and plantar pressure distribution symmetry in patients with patellofemoral pain: A ransdomized controlled trial. *JBodywMovTher* 2024; 40: 141-7.

25. Rahmati N, Ali Asghari Moghadam M, Reza Shairi M, Paknejad M, Rahmati Z, Ghassami M, et al. Psychometric properties of the Tampa Scale for Kinesiophobia amongst Iranian patients with chronic persistent pain. *J Iran Inst Heal Sci* 2019; 11(1): 1–14.

26. Yalfani A, Ahadi F, Ahmadi M. Effects of pain exacerbation on postural control in women with patellofemoral pain during single leg squat: a cross-sectional study. *JoOrthSR* 2024; 19(1): 462.

27. Yalfani A, Ahmadi AH, Ahmadi M, Asgarpoor A. Effect of foot orthoses on plantar pressure symmetry in taekwondo athletes with flexible flatfoot: A randomized controlled trial. *JSOT* 2024; 40(1): 50-7.

28. Yalfani A, Lotfi F, Ahmadi M, Asgarpoor A. The Effect of Sensorimotor Training on the Plantar Pressure Distribution Symmetry in Healthy Elderly: A Field Trial Study. *Phys Treat Specif Phys Ther J* 2022; 10(4): 249–60.

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-05-30]

[DOI: 10.61186/jrums.23.12.1076]

CCBY-NC.4.0 DEED

29. Mohammadi V, Letafatkar A, Sadeghi H, Jafarnezhadgero AA, Hilfiker R. The effect of motor control training on kinetics variables of patients with non-specific low back pain and movement control impairment: Prospective observational study. *JBodywMovTher* 2017; 21(4): 1009–16.

30. Ferreira ML, Ferreira PH, Latimer J, Herbert RD, Hodges PW, Jennings MD, et al. Comparison of general exercise, motor control exercise and spinal manipulative therapy for chronic low back pain: a randomized trial. *Pain* 2007; 131(1-2): 31-7.

31. Ibrahim AA, Akindele MO, Ganiyu SO, Bello B. Integrative Medicine Research Effects of motor control exercise and patient education program in the management of chronic low back pain among community-dwelling adults in rural Nigeria: a study protocol for a randomized clinical trial. *Integr Med Res* 2019; 8(2): 71–81.

32. Gorji SM, Mohammadi Nia Samakosh H, Watt P, Henrique Marchetti P, Oliveira R. Pain neuroscience education and motor control exercises versus core stability exercises on pain, disability, and balance in women with chronic low back pain. *Intet J Enviro Public Health* 2022; 19(5): 2694.

33. Maher CG, Latimer J, Hodges PW, Refshauge KM, Moseley GL, Herbert RD, et al. The effect of motor control exercise versus placebo in patients with chronic low back pain. *BMC MD* 2005; 6: 54.

34. Ahmadi M, Yalfani A, Gandomi FKR. The Effect of Twelve-Week Neurofeedback Training on Pain, Proprioception, Strength and Postural Balance in Men with Patellofemoral Pain Syndrome: A Double-Blind Randomized Control Trial. *J Rehabil Sci Res* 2020; 10(1): 1–13.

35. Cohen J. Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences. Printed in the United States of America 1988; Bibliography: p.Includes index, ISBN 0-8058-0283-5, 1-551.

36. Wang H, Zheng J, Fan Z, Luo Z, Wu Y, Cheng X, et al. Impaired static postural control correlates to the contraction ability of trunk muscle in young adults with chronic non-specific low back pain: A cross-sectional study. *G & P* 2022; 92: 44-50.

37. Behennah J, Conway R, Fisher J, Osborne N, Steele J. The relationship between balance performance, lumbar extension strength, trunk extension endurance, and pain in participants with chronic low back pain, and those without. *Clin Biomech* 2018; 53(3): 22–30.

38. Ge L, Wang C, Zhou H, Yu Q, Li X. Effects of low back pain on balance performance in elderly people: a systematic review and meta-analysis. *Eur Rev Aging Phys Act* 2021; 18(1): 1–10.

39. Puntumetakul R, Chalermsan R, Hlaing SS, Tapanya W, Saiklang P, Boucaut R. The effect of core stabilization exercise on lumbar joint position sense in patients with

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-05-30]

[DOI: 10.61186/jrums.23.12.1076]

CCBY-NC.4.0 DEED

42. Arendt EA. Core strengthening. Instr Course Lect 2007; 56: 379–84.

43. Lendraitienė E, Styraitė B, Šakalienė R, Misytė G, Bileviciute-Ljungar I. Effects of Pain Neuroscience Education and Physiotherapy on Chronic Low Back Pain, Fear of Movement and Functional Status: A Randomised Pilot Study. *J Clin Med* 2024; 13(7).

44. Yalfani A, Asgarpoor A. The effect of cognitive functional therapy on the plantar pressure distribution symmetry in patients with chronic non-specific low back pain: A randomized controlled trial. *J BodywMovTher* 2024; 40: 1454-9.

subacute non-specific low back pain: a randomized controlled trial. *J Phys Ther Sci* 2018; 30(11): 1390–5.

40. Coulombe BJ, Games KE, Neil ER, Eberman LE. Core stability exercise versus general exercise for chronic low back pain. *J Athl Train* 2017; 52(1): 71–2.

41. de Oliveira FCL, Larivière C, Dallaire M, Mecheri H, Ngomo S, da Silva RA. Immediate Effect of Lumbosacral Orthosis and Abdominal Drawing-In Maneuver on Postural Control in Adults with Nonspecific Chronic Low Back Pain. *J Manipulative Physiol Ther* 2022; 45(6): 425–35.

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-05-30]

[DOI: 10.61186/jrums.23.12.1076]

CCBY-NC.4.0 DEED

The Effect of Adding Pain Neuroscience Education to Motor Control Exercises in Water and Dry Environments on Plantar Pressure Distribution Symmetry in Women with Non-Specific Chronic Low Back Pain: A Clinical Trial

Fatemeh Sori [1], Ali Yalfani [2], Mohammadreza Ahmadi[3], Azadeh Asgarpoor[4]

Received: 17/08/24 Sent for Revision: 30/11/24 Received Revised Manuscript: 08/03/25 Accepted: 11/02/25

Background and Objectives: Motor control disorder in patients with chronic non-specific low back pain (NSCLBP) can change the plantar pressure distribution, increase the spine loading, and lead to the development of NSCLBP. The present study aimed to determine the effect of adding pain neuroscience education to motor control exercises in water and dry environments on plantar pressure distribution symmetry in women with NSCLBP.

Materials and Methods: This clinical trial was conducted in 2024 at Bu Ali Sina University, Hamadan. Sixty women with NSCLBP were conveniently selected and randomly assigned into experimental and control groups (n=30). The experimental group received motor control exercises in water and land environments along with neuroscience education for 4 weeks, and the control group did not receive any intervention. Pain intensity, kinesiophobia, and plantar pressure distribution were assessed in the pre-test and post-test stages. Multivariate analysis of covariance (MANCOVA) was used to analyze the data.

Results: Comparison of the results between the groups showed that there was a significant difference in pain reduction ($p<0.001$), kinesiophobia ($p<0.001$), and improvement in plantar pressure distribution symmetry in the experimental group compared to the control group ($p<0.001$).

Conclusion: Combination of neuroscience education and motor control exercises over a 4-week period significantly reduced pain intensity and kinesiophobia with a medium effect size and improved the plantar pressure distribution symmetry. Therefore, it is suggested that physiotherapists consider the mentioned exercises for the rehabilitation of patients with NSCLBP

Keywords: Chronic non-specific low back pain, Plantar pressure distribution, Motor control, Pain neuroscience training, Hydrotherapy

Funding: This study did not have any funds.

Conflict of interest: None declared.

Ethical considerations: The Ethics committee of Bu-Ali Sina University approved the study (IR.BASU.REC.1402.095).

Authors' contributions:

- **Conceptualization:** Ali Yalfani, Fatemeh Sori
- **Methodology:** Ali Yalfani, Fatemeh Sori
- **Data collection:** Fatemeh Sori, Mohammadreza Ahmadi, Azadeh Asgarpoor
- **Formal analysis:** Fatemeh Sori, Mohammadreza Ahmadi, Azadeh Asgarpoor
- **Supervision:** Ali Yalfani
- **Project administration:** Ali Yalfani
- **Writing – original draft:** Ali Yalfani
- **Writing – review & editing:** Fatemeh Sori, Mohammadreza Ahmadi, Azadeh Asgarpoor

Citation: Sori F, Yalfani A, Ahmadi MR, Asgarpoor A. The Effect of Adding Pain Neuroscience Education to Motor Control Exercises in Water and Dry Environments on Plantar Pressure Distribution Symmetry in Women with Non-Specific Chronic Low Back Pain: A Clinical Trial. *J Rafsanjan Univ Med Sci* 2025; 23 (12): 1076-92. [Farsi]

1- MSt student, Department of exercise rehabilitation, Faculty of Sport Sciences, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran
2- Professor, Department of exercise rehabilitation, Faculty of Sport Sciences, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran , ORCID: 0000-0003-3696-7208
(Corresponding Aauthor) Tel: (081) 38303241, E-mail: yalfani@basu.ac.ir
3- PhD Student, Department of exercise rehabilitation, Faculty of Sport Sciences, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran
4- PhD, Department of exercise rehabilitation, Faculty of Sport Sciences, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran

CCBY-NC.4.0 DEED

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-05-30]

[DOI: 10.61186/jrums.23.12.1076]