

## تأثیر تمرینات ثبات مرکزی همراه با مانور فروبردن شکم به داخل بر تقارن توزیع فشار کف- پایی در زنان مبتلا به کمردرد مزمن غیراختصاصی: یک مطالعه تجربی

علی یلفانی<sup>۱\*</sup>، مهسا محمد خانی<sup>۲</sup>، محمدرضا احمدی<sup>۳</sup>، آزاده عسگریور<sup>۳</sup>

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۰/۹

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۳/۳۱

### خلاصه

**مقدمه:** ضعف و تغییر استراتژی تعادلی می‌تواند بر تقارن توزیع فشار کف پای تأثیر گذارد. هدف از مطالعه حاضر تعیین تأثیر تمرینات ثبات مرکزی همراه با مانور فروبردن شکم به داخل، بر تقارن توزیع فشار کف پای در زنان مبتلا به کمردرد مزمن غیراختصاصی بود.

**موارد و روش‌ها:** در این مطالعه تجربی ۳۰ زن مبتلا به کمردرد مزمن غیراختصاصی مراجعه‌کننده به پنج کلینیک ارتوپدی شهر همدان در سال ۱۳۹۹ شرکت کردند و به صورت تصادفی به گروه‌های تجربی و کنترل تخصیص یافتند (هر گروه ۱۵ نفر). گروه تجربی به مدت ۸ هفته تمرینات ثبات مرکزی همراه با مانور فروبردن شکم به داخل را انجام دادند. گروه کنترل مداخله‌ای دریافت نکردند. توزیع فشار کف پای، قبل و بعد از مداخله ارزیابی شد. از تحلیل کوواریانس برای مقایسه نتایج بین‌گروهی استفاده شد. **یافته‌ها:** گروه تجربی در مقایسه با گروه کنترل با اندازه اثر بالا در تقارن توزیع فشار پای راست - چپ ( $\eta^2 = 0/749$ )، تقارن توزیع فشار جلو - عقب پای راست ( $P < 0/001$ ,  $\eta^2 = 0/556$ ) و تقارن توزیع فشار جلو - عقب پای چپ ( $P < 0/001$ ,  $\eta^2 = 0/597$ ) اختلاف معنی‌داری داشت.

**نتیجه‌گیری:** پیشنهاد می‌شود بیماران، ترکیبی از تمرینات ثبات مرکزی و مانور فرو بردن شکم به داخل را انجام دهند تا از طریق افزایش فعال سازی عضلات عمقی به عنوان عضلات ثبات‌دهنده و تنفسی، هر دو جنبه مکانیکی و تنفسی عضلات مرکزی بدن را تقویت کنند. ترکیب این پروتکل‌ها از طریق تثبیت ستون فقرات می‌تواند باعث پراکندگی نیروهای مضاعف شده و توزیع فشار کف پای متعادل شود و شدت درد کاهش یابد.

**واژه‌های کلیدی:** کمردرد، تمرین، هالوینگ، تقارن، فشار کف پای

۱-استاد، گروه آسیب شناسی و حرکات اصلاحی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران. (نویسنده مسئول)

پست الکترونیکی: yalfani@basu.ac.ir | تلفن: ۰۹۱۸۳۱۵۵۴۷۸

۲- کارشناس ارشد، گروه آسیب شناسی و حرکات اصلاحی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران.

۳- دانشجوی دکتری، گروه آسیب شناسی و حرکات اصلاحی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران.

## مقدمه

کمردرد یک ناراحتی دردناک بین آخرین دنده و چین‌های سرینی بزرگ با یا بدون درد ارجاع شده در پاها است [۱]. در سال ۲۰۱۷، شیوع کمردرد حدود ۷/۵٪ تخمین زده شد که نشان داد ۵۷۷ میلیون نفر در سراسر جهان از این عارضه رنج می‌برند [۲]. کمردرد یکی از شایع‌ترین و پرهزینه‌ترین مشکلات در حوزه سلامت است [۳]؛ برای مثال در ایالات متحده تقریباً ۱۴ میلیارد دلار هزینه‌های مستقیم مربوط به درمان کمردرد برآورد شده است [۴]. کمردرد در دو دسته مکانیکی و غیراختصاصی طبقه‌بندی می‌شود [۲]. کمردرد مزمن غیراختصاصی تقریباً ۸۰ الی ۹۰٪ از کمردردها را شامل می‌شود و علت آن ناشناخته است [۵]. هنگامی که بیمار ۳ ماه یا بیشتر به این نوع کمردرد مبتلا شود، به عنوان کمردرد مزمن غیراختصاصی در نظر گرفته می‌شود [۶].

الگوی حرکتی غیرطبیعی و ثبات ضعیف ستون فقرات عوامل مهمی در علت‌شناسی کمردرد مزمن غیراختصاصی هستند [۳]. به طور کلی، عضلات تنه شامل عضلات ستون فقرات، لگنی و شکمی را عضلات مرکزی می‌نامند [۶]. اختلال در عملکرد این عضلات ممکن است باعث حمایت ضعیف و افزایش بارگذاری بر روی مفاصل ستون فقرات کمری شود [۷]. در بیماران مبتلا به کمردرد مزمن هماهنگی عضلات ثبات‌دهنده تنه مختل می‌شود [۸]. برای مثال، کاهش یا تأخیر در فعالیت عضلات مولتی‌فیدوس و عرضی شکمی و تغییر فعالیت عضلات از تونیک به فازیک از رفتارهای عضلانی غیرطبیعی در بیماران مبتلا به کمردرد است [۳]. ثبات مرکزی با کنترل وضعیتی همبستگی دارد و انقباض هماهنگ عضلات تنه برای کنترل وضعیتی یک مکانیسم مهم است [۹]. در همین حال، از جمله عوامل تعادل ضعیف در بیماران مبتلا به کمردرد مزمن غیراختصاصی ضعف عضلات مرکزی گزارش شده است [۹]. عضلات تنه به‌ویژه مولتی‌فیدوس و عرضی شکمی نقش مهمی در ثبات تنه و کمری-لگنی دارند و ضعف این عضلات می‌تواند باعث کاهش ثبات ستون فقرات و افزایش نوسانات وضعیتی شود [۹-۱۱].

به طور کلی، ثبات وضعیتی با توزیع فشار کف پایي همبستگی دارد [۱۲]. فشار کف پایي، مقدار و مکان نیروهای عکس‌العمل زمین را در قسمت‌های مختلف کف پا تعیین می‌کند و برای درک مکانیسم زنجیره حرکتی پا طی حرکات استفاده می‌شود. تقارن حرکت انسان اغلب به عنوان عملکرد یکسان اندام تحتانی در هر دو سمت تعریف می‌شود [۱۲]. ارزیابی تقارن توزیع فشار کف پایي اطلاعات مفیدی در جهت پیشگیری از ضعف تعادل فراهم می‌کند و در ارزیابی پیشرفت برنامه توانبخشی استفاده می‌شود [۱۲]. ستون فقرات کمری از طریق مفصل ساکروایلیاک به اندام تحتانی متصل می‌شود. از جمله عملکردهای مکانیکی مهم ستون فقرات کمری انتقال نیرو از اندام فوقانی به تحتانی است که از طریق زنجیره حرکتی تنه، مفصل ساکروایلیاک، لگن و زانو انجام می‌شود [۱۳]. به این ترتیب، بیماران مبتلا به کمردرد به دلیل انتقال نیروهای مضاعف از اندام فوقانی به تحتانی ممکن است توزیع فشار کف پایي نامتقارنی را نشان دهند [۱۳]. Lee و همکاران، و Fayeز و همکاران، گزارش کردند که توزیع فشار کف پایي در بیماران مبتلا به کمردرد نامتقارن است [۱۴، ۱۵]. بنظر می‌رسد، توزیع فشار کف پایي نامتقارن در اثر رفتار جبرانی یا کینماتیک غیرنرمال اندام تحتانی باشد [۱۴، ۱۶]. اگرچه توزیع فشار کف پایي در رابطه با بسیاری از بیماری‌ها مطالعه شده است، این متغیر کینتیکی در جمعیت بیماران مبتلا به کمردرد مزمن غیراختصاصی به طور کامل بررسی نشده است [۱۴، ۱۶].

تمرینات ثبات مرکزی مداخلات ورزشی هستند که هدف آن‌ها بهبود عملکرد عضلات تنه است [۱۷]. شواهد علمی نشان می‌دهد پروتکل‌های درمانی که بر بازتوانی فعالیت عضلات مولتی‌فیدوس و عرضی شکمی متمرکز هستند می‌توانند کنترل وضعیتی ضعیف در بیماران مبتلا به کمردرد مزمن غیراختصاصی را بهبود بخشند [۹]. تمرینات ثبات مرکزی، بر اساس رویکرد یادگیری حرکتی بر هم‌انقباضی عضلات مولتی‌فیدوس و عرضی شکمی تأکید دارند [۱۱، ۱۷]. هدف این تمرینات بازگرداندن هماهنگی عضلات تنه برای ثبات ستون فقرات کمری و لگن است [۱۷]. علاوه بر این، مانور فرو بردن شکم به داخل پروتکل دیگری است که توسط

پزشکان برای بهبود ثبات ستون فقرات معرفی شده است [۱۸]. مانور فرو بردن شکم به داخل بر فعال شدن عضلات عمقی تأکید دارد و فعالیت عضلات سطحی را به حداقل می‌رساند [۳]. در مجموع، هدف هر دو رویکرد افزایش توانایی بیمار برای کنترل تنه و ثبات ستون فقرات طی فعالیت‌های روزمره است. علیرغم مستندات علمی گزارش شده تاکنون هیچ مطالعه‌ای تأثیر ترکیب تمرینات ثبات مرکزی با مانور فرو بردن شکم به داخل را بر تقارن توزیع فشار کف پای زنان مبتلا به کمر درد مزمن غیراختصاصی بررسی نکرده است. در همین راستا، هدف مطالعه حاضر تأثیر تعیین تمرینات ثبات مرکزی همراه با مانور فرو بردن شکم به داخل بر تقارن توزیع فشار کف پای در زنان مبتلا به کمر درد مزمن غیراختصاصی بود.

## موارد و روش‌ها

مطالعه تجربی حاضر به صورت دوسویه کور (ارزیاب/بیمار) انجام شد. جامعه آماری مطالعه ۳۰ زن مبتلا به کمر درد مزمن غیراختصاصی هستند که به صورت تصادفی از پنج کلینیک ارتوپدی شهر همدان در سال ۱۳۹۹ انتخاب شدند. تأییدیه اخلاقی مطالعه حاضر در کمیته اخلاق دانشگاه بوعلی سینا با کد IR.BASU.REC.1399.036 اخذ شد. همچنین، در این کارآزمایی بالینی از مفاد اعلامیه هلسینکی ۲۰۰۸ پیروی شد. از نرم‌افزار Random Allocation Software نسخه ۱/۰ برای تصادفی‌سازی استفاده شد. کدهای تصادفی در بلوک‌های ۴ و ۶ تولید شد. از پاکت‌های مهر و موم شده با شماره‌های متوالی برای پنهان‌سازی تخصیص استفاده شد. محقق‌ها که در جمع‌آوری داده‌ها حضور نداشتند و از طرح تحقیق مطلع نبودند، پاکت‌های حاوی کدهای تصادفی را باز می‌کردند و به بیماران تحویل می‌دادند. در نتیجه، بیماران به طور تصادفی به گروه تجربی و کنترل تخصیص می‌یافتند. همچنین، بیماران از وجود گروه دیگر مطلع نبودند. علاوه بر این، به بیماران آموخته شد که اطلاعاتی از گروه تخصیص برای ارزیابان ارائه نکنند. گروه تجربی برای ۸ هفته تمرینات ثبات مرکزی همراه با مانور فرو بردن شکم به داخل را دنبال کردند و گروه کنترل مداخله‌ای دریافت نکردند. از نرم‌افزار G\*Power نسخه ۳,۱,۹ (Freeware. University of Dusseldorf, Dusseldorf,

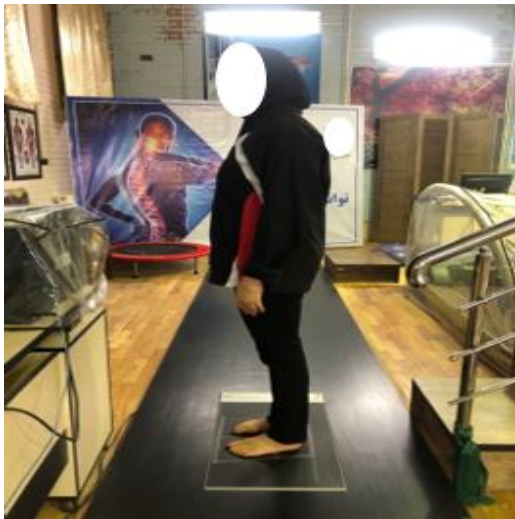
Germany) جهت محاسبه حجم نمونه استفاده شد. مطابق با پروتکل مطالعه پیشین خطای نوع اول ۰/۰۵ و خطای نوع دوم ۰/۲۰ (توان آماری ۰/۸۰) در نظر گرفته شد [۱۹]. خروجی نرم‌افزار حداقل ۲۶ نفر برای شرکت در این کارآزمایی بالینی بود. با در نظر گرفتن احتمال ریزش ۱۰٪، از تعداد ۳۰ نفر (۱۵ نفر در هر گروه) جهت شرکت در کارآزمایی بالینی ثبت‌نام شد [۱۹].

نخست، یک پزشک ارتوپدی ستون فقرات بیماران را معاینه می‌کرد و در صورت تشخیص کمردرد مزمن غیراختصاصی و برآورد معیارهای ورود برای مشارکت در کارآزمایی بالینی ثبت‌نام می‌شدند. معیارهای ورود شامل: مقیاس آنالوگ بصری  $\geq 45$ ، شاخص ناتوانی اوستتوری  $\geq 25$ ، نداشتن سابقه جراحی، ابتلا به کمردرد مزمن غیراختصاصی بیش از ۱۲ هفته و دامنه سنی ۳۰ تا ۶۰ سال بود. معیارهای خروج شامل: وجود درد در سایر مفاصل، بدراستایی اندام فوقانی و تحتانی، سابقه جراحی، استفاده از داروهای ضد درد طی ۶ ماه گذشته، فیزیوتراپی در یک سال گذشته، شرکت در ورزش، درد سیاتیک، اسپاندیلولیز، اختلالات عصبی-عضلانی، نورولوژیکی، تنفسی، اسپاسم عضلانی و شکستگی مهره‌ها بود. جهت ارزیابی توزیع فشار کف پای در دو بازه زمانی قبل و بعد از اجرای پروتکل از دستگاه توزیع فشار کف پای مدل زبری (Foot pressing model, FDMes, Zebri Co., Germany) ساخت کشور آلمان استفاده شد. این دستگاه دارای یک صفحه به ابعاد  $34 \times 54$  سانتی‌متر و ۲۵۶۰ سنسور فعال با حساسیت بالا و نرخ نمونه‌برداری ۵۰ هرتز و سطح خطای ۵ درصدی است که میزان فشار را در دامنه ۱-۱۲۰ نیوتن بر سانتی‌متر مربع ثبت می‌کند [۱۲]. ارزیابی توزیع فشار کف پای در وضعیت ایستاده با چشمان بسته انجام شد. بیماران با راهنمایی ارزیاب به صورت پا برهنه در نقاط مشخص شده بر روی صفحه دستگاه قرار می‌گرفتند (شکل ۱). به منظور پیشگیری از اختلال در سیستم دهلیزی موقعیت سر بیمار در وضعیت قائم قرار داده می‌شد و جهت حفظ این وضعیت به بیماران آموخته شد که در حین ارزیابی از حرکات سر و سایر اعضای بدن اجتناب کنند. همچنین، مچ پا و پا در وضعیت خنثی تنظیم شد و هر دو دست به صورت آویزان در

و عقب پا استفاده شد [۱۲]. مطابق با دستورالعمل دستگاه فشار کف پای و مطالعات پیشین مقدار عددی ۰/۵۰ نشان دهنده تقارن طبیعی در توزیع فشار کف پای بین پای راست و چپ می باشد. همچنین، نسبت طبیعی توزیع نیرو در قسمت عقب پا ۶۶ و در قسمت جلو پا ۳۳ می باشد [۱۲].

فرمول شماره ۱

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



شکل ۲. ارزیابی توزیع فشار در وضعیت ایستاده

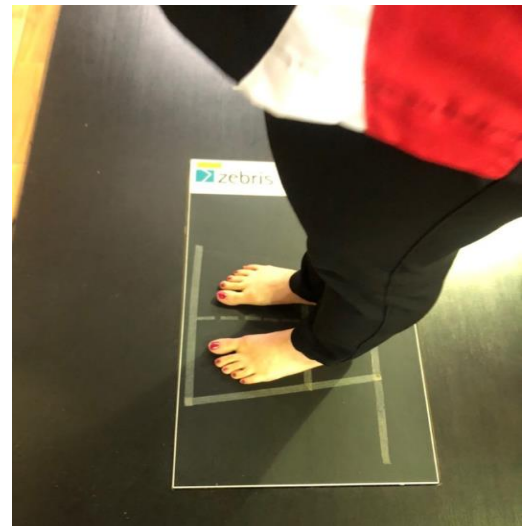
به دیوار انجام شد. از بیماران خواسته شد با فلکشن اندک مفصل ران و اکستنشن زانو پشت به دیوار بایستند. سپس، به بیماران آموخته شد که دیواره قدامی تحتانی شکم را "بالا و داخل" به سمت ستون فقرات بکشند. در همین حال، برای فعال سازی ایزوله عضله مولتی فیدوس هنگام مانور فرو بردن شکم به داخل بازوی طرف مقابل به سمت بالا حرکت داده شد.

مرحله دوم (هفته های ۸-۵)، بر افزایش دقت و مدت زمان فرو بردن شکم به داخل تأکید داشت. با پیشرفت بیمار، برای هم-انقباضی عضلات عرضی شکمی و مولتی فیدوس حالت خوابیده و نشسته در نظر گرفته شد که با اعمال بارگذاری بالایی همراه هستند. علاوه بر این، به بیماران آموخته شد هنگام اجرای مانور فرو بردن شکم به داخل، عضلات عرضی شکمی و مولتی فیدوس

کنار تنه قرار گرفت (شکل ۲). آزمون با ۳ تکرار در مدت زمان ۳۰ ثانیه انجام شد. همچنین، مدت زمان استراحت بین هر آزمون ۲ دقیقه تعیین شد [۱۲]. پس از خروجی مقادیر فشار کف پای، از فرمول ۱ برای محاسبه تقارن فشار بین پای راست و چپ و از فرمول ۲ برای محاسبه تقارن فشار بین قسمت جلو

فرمول شماره ۲

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



شکل ۱. محل قرارگیری پا در دستگاه توزیع فشار کف پای

تمرینات ثبات مرکزی در چندین سطح مطابق با پیشرفت فردی اجرا شد. ابتدا، انقباض عضلانی به صورت ایزومتریک در موقعیت هایی با حداقل بارگذاری انجام شد. با پیشرفت بیمار، فعالیت های پویای چند مفصلی اندام فوقانی و تحتانی با تأکید بر هم انقباضی عضلات عمقی طی حرکات در نظر گرفته شد [۱]. تمرینات ثبات مرکزی مطابق با پروتکل مطالعه Akodu و همکاران [۲۰] و به صورت ۳ بار در هفته، هر جلسه ۴۰ دقیقه برای ۸ هفته انجام شد. برای هر تمرین ۱۲ الی ۱۵ تکرار با ۳۰ ثانیه استراحت بین هر ست در نظر گرفته شد. در مقابل، در مرحله اول (هفته های ۱ الی ۴)، مانور فرو بردن شکم به داخل بر فعال سازی ایزوله عضلات عرضی شکمی و مولتی فیدوس متمرکز بود. جهت فعال سازی عضله عرضی شکمی وضعیت ایستاده تکیه



جدول ۲- نتایج تحلیل کوواریانس برای بررسی تأثیر تمرینات ثبات مرکزی همراه با مانور فرو بردن شکم به داخل بر تقارن توزیع فشار کف پای در زنان مبتلا به کمردرد مزمن غیراختصاصی مراجعه کننده به پنج کلینیک ارتوپدی شهر همدان در سال ۱۳۹۹

متغیرها	آماره F	مربع مجذورات	میانگین مجذورات	توان	اندازه اثر	P
شاخص تقارن پای راست - چپ	۸۰/۷۱۸	۰/۱۲۹	۰/۱۲۹	۱	۰/۷۴۹	* < ۰/۰۰۱
شاخص تقارن جلو - عقب پا (پای راست)	۳۳/۷۷۸	۰/۲۶۸	۰/۲۶۸	۱	۰/۵۵۶	* < ۰/۰۰۱
شاخص تقارن جلو - عقب پا (پای چپ)	۳۹/۹۸۸	۰/۲۷۹	۰/۲۷۹	۱	۰/۵۹۷	* < ۰/۰۰۱

\* < ۰/۰۵ P اختلاف معنی دار

در جدول ۳ نتایج پیش‌آزمون نشان می‌دهد که توزیع فشار کف پای در پای راست متعادل نمی‌باشد و کاهش فشار کف پای در پای راست مشاهده می‌شود. علاوه بر این، توزیع فشار در قسمت جلو پا افزایش یافته است. آماره توصیفی در جدول ۳ نشان می‌دهد که در گروه تجربی یک کاهش ۳۰٪ توزیع فشار در قسمت پیش‌آزمون نشان می‌دهد که توزیع فشار کف پای در پای راست مشاهده می‌شود. علاوه بر این، توزیع فشار در قسمت جلو پا افزایش یافته است. آماره توصیفی در جدول ۳ نشان می‌دهد که در گروه تجربی یک کاهش ۳۰٪ توزیع فشار کف پای در پای راست مشاهده می‌شود. نتیجه نشان می‌دهد که در گروه تجربی توزیع فشار کف پای پس از ۸ هفته تمرینات توانبخشی متعادل شده است.

جدول ۳- مقایسه تغییرات توزیع فشار کف پای در دو گروه تجربی و کنترل برای زنان مبتلا به کمردرد مزمن غیراختصاصی مراجعه کننده به پنج کلینیک ارتوپدی شهر همدان در سال ۱۳۹۹ (تعداد در هر گروه= ۱۵)

متغیرها	گروه	میانگین $\pm$ انحراف استاندارد			درصد تغییرات
		پیش‌آزمون	پس‌آزمون	کران پایین	
شاخص تقارن پای راست - چپ	تجربی	۰/۳۵ $\pm$ ۰/۰۵	۰/۴۹ $\pm$ ۰/۰۲	۰/۴۸	۴۰
	کنترل	۰/۴۸ $\pm$ ۰/۰۶	۰/۳۱ $\pm$ ۰/۰۵	۰/۲۸	-۳۵
شاخص تقارن جلو - عقب پا (پای راست)	تجربی	۰/۵۶ $\pm$ ۰/۱۰	۰/۳۹ $\pm$ ۰/۰۴	۰/۳۶	-۲۰
	کنترل	۰/۶۲ $\pm$ ۰/۱۴	۰/۶۱ $\pm$ ۰/۱۴	۰/۵۳	-۱
شاخص تقارن جلو - عقب پا (پای چپ)	تجربی	۰/۵۹ $\pm$ ۰/۱۱	۰/۴۱ $\pm$ ۰/۰۵	۰/۳۸	-۳۰
	کنترل	۰/۶۱ $\pm$ ۰/۱۴	۰/۶۲ $\pm$ ۰/۱۴	۰/۵۴	۱

## بحث

سالم در قسمت عقب پا ۶۶٪ و در قسمت جلوی پا ۳۳٪ گزارش شده است [۲۳]. نتایج نشان می‌دهد که در بیماران مبتلا به کمردرد مزمن غیراختصاصی توزیع فشار در قسمت جلوی پا بیشتر از عقب پا است که با نتایج مطالعه Anukoolkarn و همکاران، همسو می‌باشد [۱۶]. بطور کلی، بیماران مبتلا به کمردرد مزمن غیراختصاصی برای کنترل وضعیتی اغلب از

هدف از این کارآزمایی بالینی تعیین تأثیر تمرینات ثبات مرکزی همراه با هالوبینگ شکمی بر تقارن توزیع فشار کف پای زنان مبتلا به کمردرد مزمن غیراختصاصی بود. نتایج نشان داد که این تمرینات با اندازه اثر بالا بر تقارن توزیع فشار کف پای تأثیر معنی‌داری دارد. میانگین فشار کف پای استاتیک در افراد

[۲۹]. در همین راستا، Hlaing و همکاران گزارش کردند که تمرینات ثبات مرکزی همراه با هالوینگ شکمی استراتژی تعادلی غیرنرمال در بیماران مبتلا به کمردرد مزمن غیراختصاصی را اصلاح می‌کند [۱۱].

نتایج نشان داد که توزیع فشار کفپایی بین پای راست و چپ نامتقارن می‌باشد که با نتایج Lee و همکاران، و Fayeز و همکاران، همسواست [۱۵، ۱۴]. به طور کلی، توزیع فشار در هر پا ۵۰٪ است [۲۳، ۱۲]. بیماران مبتلا به کمردرد مزمن غیراختصاصی قادر به استفاده مؤثر از استراتژی ران نیستند [۲۴]. عضلات آبدکتور ران در حفظ ثبات داخلی-خارجی نقش مهمی دارند [۱۲]. Rahimi و همکاران، گزارش کردند که بیماران مبتلا به کمردرد مزمن غیراختصاصی ضعف قابل توجهی در عضلات سرینی دارند [۳۰]. ضعف و تأخیر در فعالیت عضله سرینی میانی، حرکات لگن و ران را در صفحه فرونتال افزایش می‌دهد و به توزیع فشار کفپایی نامتقارن بین پای راست و چپ منجر می‌شود [۲۳، ۱۲]. علاوه بر این، مکانیسم loading/unloading می‌تواند یکی از عوامل توزیع فشار نامتقارن بین پای راست و چپ باشد. این مکانیسم جبرانی به بارگذاری یک‌طرفه در اندام سالم اشاره دارد [۳۱]. درد می‌تواند بر کنترل حرکتی تأثیر گذارد و رفتار حرکتی را تغییر دهد [۳۲]. در همین راستا، Lee و همکاران گزارش کردند که بیماران مبتلا به کمردرد برای اجتناب از درد در حین راه رفتن وزن بیشتری را بر پای سالم اعمال می‌کنند [۱۴]. هم‌انقباضی عضلات عمقی به حفظ ثبات مکانیکی و کاهش بارگذاری ستون فقرات منجر می‌شود و نهایتاً شدت درد کاهش می‌یابد [۳۳]. بنظر می‌رسد تقارن توزیع فشار کفپایی در نتیجه کاهش درد و بهبود عملکرد عضلات مرکزی باشد. ثبات مرکزی بهینه امکان تولید و انتقال نیرو، و همچنین حرکت طبیعی در بخش انتهایی زنجیره حرکتی اندام تحتانی را فراهم می‌کند. عضلات مرکزی در شرایط طبیعی قبل از حرکت فعال می‌شوند تا ثبات پروگزیمال را برای حرکت دیستال فراهم کنند. در نتیجه انتقال نیرو از اندام فوقانی به تحتانی تسهیل شده و در نهایت بارگذاری متعادل می‌شود [۳۴].

استراتژی مچ پا استفاده می‌کنند. در نتیجه این استراتژی به افزایش نوسانات در صفحه ساژیتال منجر می‌شود [۲۴]. با حرکت مرکز فشار بر قسمت قدامی بارگذاری در قسمت جلوی پا افزایش می‌یابد [۲۳، ۱۲]. در نتیجه، استراتژی‌های تعادلی طی حرکات باید اصلاح شوند [۱۴]. Claeys و همکاران، گزارش کردند که بیماران مبتلا به کمردرد غیراختصاصی، عمدتاً از حس عمقی مچ پا برای حفظ تعادل استفاده می‌کنند [۲۵]. کاهش ایمپالس‌های حس عمقی می‌تواند به حرکات بزرگ‌تر ستون فقرات کمری و کاهش فعالیت عضلانی در هنگام استفاده از استراتژی‌های تعادلی منجر شود؛ در نتیجه، پاسخ‌های نوسانی برای کنترل تعادل افزایش می‌یابد [۸]. بنظر می‌رسد تمرینات ثبات‌دهنده با تأکید بر هم‌انقباضی عضلات عرضی شکمی و مولتی‌فیدوس که منابع غنی ورودی‌های حسی هستند ارائه اطلاعات حسی به سیستم کنترل وضعیتی را تسهیل کند [۲۴، ۱۱].

به طور کلی، بیماران مبتلا به کمردرد اختلال در یکپارچگی حسی حرکتی را نشان می‌دهند. در افراد سالم عضلات عرضی شکمی و مولتی‌فیدوس به صورت پیش‌خورده قبل از حرکت فعال می‌شوند و ثبات ستون فقرات را فراهم می‌سازند [۲۶]. در مقابل، بیماران مبتلا به کمردرد مزمن غیراختصاصی ضعف و تأخیر در فعالیت عضلات عرضی شکمی و مولتی‌فیدوس را نشان می‌دهند [۲۶]. مطالعه پیشین اثربخشی تمرینات ثبات‌دهنده بر تغییرات زمانی در فعالیت پیش‌خوردی و فعال سازی عضلات تنه با تأکید بر هم‌انقباضی عضلات عرضی شکمی و مولتی‌فیدوس را گزارش کردند [۲۶]. این دو عضله به عنوان مولد اولیه فشار داخل شکمی معرفی شده‌اند [۲۶]. عضله عرضی شکمی با عضله مایل داخلی به صورت سینرژیست عمل می‌کند تا فشار داخل شکمی را افزایش داده و باعث کشش در فاسیای توراکولومبار شود [۲۷]. این مکانیسم مرکز بدن را به یک استوانه سفت تبدیل می‌کند و باعث افزایش ثبات کمری-لگنی می‌شود [۱۸، ۹]. علاوه بر این، فاسیای توراکولومبار به عنوان یک گیرنده عمقی فعال شده و مکانیسم پیش‌خوردی و فیدبکی نیز بهبود می‌یابد [۲۸، ۲۳]. بهبود یکپارچگی حسی حرکتی در اثر تمرینات ثبات مرکزی، توانایی بیمار برای حفظ تعادل را افزایش می‌دهد

به عنوان حرکت‌دهنده منجر شود. در نتیجه، ترکیب این تمرینات از طریق تثبیت ستون فقرات باعث پراکندگی نیروهای مضاعف شده و توزیع فشار کف پای متعادل می‌شود و شدت درد کاهش می‌یابد.

### تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان بیان نشده است.

### سهم نویسندگان

تمامی نویسندگان در فرآیند اجرای پژوهش، گردآوری داده‌ها، نگارش و اصلاحات مقاله سهم یکسانی داشتند.

### تقدیر و تشکر

بدین وسیله از تمامی بیماران که در اجرای پژوهش حاضر مشارکت داشتند صمیمانه تشکر می‌کنیم. همچنین از مسئول آزمایشگاه توانبخشی دانشگاه بوعلی سینا جهت در اختیار گذاشتن تجهیزات آزمایشگاهی تشکر و قدردانی می‌کنیم.

در این کارآزمایی بالینی محدودیت‌هایی وجود داشت. جامعه آماری فقط شامل زنان مبتلا به کمردرد مزمن غیراختصاصی بودند. همچنین، عدم ارزیابی توزیع فشار کف پای در فعالیت‌های پویا که چالش‌انگیز هستند. توصیه می‌شود مطالعات آینده اثر تمرینات ثبات مرکزی همراه با هالوینگ‌شکمی را در مردان مبتلا به کمردرد مزمن غیراختصاصی طی فعالیت‌های پویا ارزیابی کنند.

### نتیجه‌گیری:

تمرینات ثبات‌دهنده از طریق بهبود حس عمقی کمری-لگنی و هماهنگی عصبی عضلانی عضلات عمقی به ثبات ستون فقرات و بهبود تعادل منجر می‌شود. توصیه می‌شود، بیماران ترکیبی از تمرینات ثبات مرکزی و مانور فرو بردن شکم به داخل را انجام دهند تا هر دو جنبه مکانیکی و تنفسی عضلات مرکزی بدن را تقویت کنند. ترکیب این دو تمرین می‌تواند به افزایش فعال سازی عضلات عمقی به عنوان ثبات‌دهنده ستون فقرات و به حداقل رساندن عضلات سطحی

## References

1. Turci AM, Nogueira CG, 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. *Journal of Physiotherapy* 2023;69(2):93-9.
2. Abd Rahman NA, Li S, Schmid S, Shaharudin S. Biomechanical factors associated with non-specific low back pain in adults: a systematic review. *Physical Therapy in Sport*. 2022;59:60-72
3. Kahlaee AH, Ghamkhar L, Arab AM. Effect of the abdominal hollowing and bracing maneuvers on activity pattern of the lumbopelvic muscles during prone hip extension in subjects with or without chronic low back pain: a preliminary study. *Journal of manipulative and physiological therapeutics* 2017;40(2):106-17.
4. Mohammadi V, Letafatkar A, Sadeghi H, Jafarnehadgero 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. *Journal of Bodywork and Movement Therapies* 2017;21(4):1009-16.
5. Kim M, Kim M, Oh S, Yoon B. The effectiveness of hollowing and bracing strategies with lumbar stabilization exercise in older adult women with nonspecific low back pain: a quasi-experimental study on a community-based rehabilitation. *Journal of manipulative and physiological therapeutics* 2018;41(1):1-9.
6. Yoon SD, Sung DH, Park GD. The effect of active core exercise on fitness and foot pressure in Taekwondo club students. *Journal of Physical Therapy Science* 2015;27(2):509-11.
7. Frizziero A, Pellizzon G, Vittadini F, Bigliardi D, Costantino C. Efficacy of core stability in non-specific chronic low back pain. *JFMK* 2021;6(2):37
8. da Silva RA, Vieira ER, Léonard G, Beaulieu LD, Ngomo S, Nowotny AH, Amorim CF. Age-and low back pain-related differences in trunk muscle activation during one-legged stance balance task. *Gait & Posture* 2019;69:25-30.
9. 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. *Gait Posture* 2022;92:44-50.
10. Posadzki P, Lizis P, Hagner-Derengowska M. Pilates for low back pain: a systematic review. *Complementary Therapies in Clinical Practice* 2011;17(2):85-9.
11. 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 Musculoskeletal Disorders* 2021;22(1):1-3.
12. Yalfani A, Lotfi F, Ahmadi M AA. The Effect of Sensorimotor Training on the Plantar Pressure Distribution Symmetry in Healthy Elderly: A Field Trial Study. *PTJ* 2022;12(4):249–60. [Persian]
  13. 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. *MEJSR* 2014;21(7):1044–50.
  14. Lee JH, Fell DW, Kim K. Plantar pressure distribution during walking: comparison of subjects with and without chronic low back pain. *Journal of Physical Therapy Science* 2011;23(6):923-6.
  15. Fayez ES, Elsayed EN. Foot Pressure Asymmetry in Patients with Mechanical Low Back Pain. *Med J Cairo Univ* 2012;80(2):7-10. [Persian]
  16. 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 Thai* 2015;98(9):896–901.
  17. Gomes-Neto M, Lopes JM, Conceição CS, Araujo A, Brasileiro A, Sousa C, et al. Stabilization exercise compared to general exercises or manual therapy for the management of low back pain: A systematic review and meta-analysis. *Physical Therapy in Sport* 2017;23:136–42.
  18. 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. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics* 2022;45(6):425–35.
  19. Abbasi S, Hadian Rasanani MR, Ghotbi N, Olyaei GR, Bozorgmehr A, Rasouli O. Short-term effect of kinesiology taping on pain, functional disability and lumbar proprioception in individuals with nonspecific chronic low back pain: a double-blinded, randomized trial. *Chiropractic & manual therapies* 2020;28:1-0. [Persian]
  20. Ogunniran IA, Akodu AK, Odebiyi DO. Effects of kinesiology taping and core stability exercise on clinical variables in patients with non-specific chronic low back pain: A randomized controlled trial. *Journal of Bodywork and Movement Therapies* 2023;33:20-7.
  21. Chanthapetch P, Kanlayanaphotporn R, Gaogasigam C, Chiradejnant A. Abdominal muscle activity during abdominal hollowing in four starting positions. *Manual therapy* 2009;14(6):642-6.
  22. Ahmadi M, Yalfani A, Gandomi F, Rashid K. 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. *JRSR* 2020;7(2):66-74. [Persian]
  23. Ali Yalfani , Mohamadreza Ahmadi FG. The effect of twelve weeks of sensorimotor exercises on distribution plantar pressure variables and symmetry index in patients with patellofemoral pain syndrome: a randomized double-blind clinical trial. *Studies in Medical Sciences* 2020;31(6):445–58. [Persian]
  24. Salavati M, Akhbari B, Takamjani IE, Bagheri H, Ezzati K, Kahlaee AH. Effect of spinal stabilization exercise on dynamic postural control and visual dependency in subjects with chronic non-specific low back pain. *Journal of Bodywork and Movement Therapies* 2016;20(2):441-8.
  25. Claeys K, Dankaerts W, Janssens L, Pijnenburg M, Goossens N, Brumagne S. Young individuals with a more ankle-steered proprioceptive control strategy may develop mild non-specific low back pain. *Journal of Electromyography and Kinesiology* 2015;25(2):329-38.
  26. Coulombe BJ, Games KE, Neil ER, Eberman LE. Core stability exercise versus general exercise for chronic low back pain. *JAT* 2017;52(1):71–2.
  27. Suehiro T, Mizutani M, Watanabe S, Ishida H, Kobara K, Osaka H. Comparison of spine motion and trunk muscle activity between abdominal hollowing and abdominal bracing maneuvers during prone hip extension. *Journal of bodywork and movement therapies* 2014;18(3):482-8.
  28. Arendt EA. Core strengthening. *Instructional course lectures* 2007;56:379-84.
  29. .Ogunniran IA, Akodu AK, Odebiyi DO. Effects of kinesiology taping and core stability exercise on clinical variables in patients with non-specific chronic low back pain: A randomized controlled trial. *Journal of Bodywork and Movement Therapies* 2023;33:20-7.
  30. Rahimi A, Arab AM, Nourbakhsh MR, Hosseini SM, Forghany S. Lower limb kinematics in individuals with chronic low back pain during walking. *Journal of Electromyography and Kinesiology* 2020;51:102404. [Persian]
  31. Yalfani A AM. Patients with Patellofemoral Pain Exhibiting Decrease Vertical Ground Reaction Force Compared to Healthy Individuals during Weight Bearing Tasks: A Systematic Reviews and Meta-Analysis. *IJPH* 2023;52(2):254–64. [Persian]
  32. 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. EURAPA 2021;18(1):1-10.
33. Matthijs OC, Dedrick GS, James CR, Brismée JM, Hooper TL, McGalliard MK, Sizer Jr PS. Co-contractive activation of the superficial multifidus during volitional preemptive abdominal contraction. PM&R 2014;6(1):13-21.
  34. Bakhtiari Khou S, Saki F. Relationship between lower extremity anatomical alignment and core muscle endurance with peak knee valgus angle during landing-jump in female athletes. Studies in Sport Medicine 2023;14(34):49-70. [Persian]

# 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

Yalfani A<sup>1</sup>, Mohammad Khani M<sup>2</sup>, Ahmadi MR<sup>3</sup>, Asgarpoor A<sup>3</sup>

1. Prof., Dept. of Corrective Exercises and Sport Injury, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran (Corresponding Author) E-mail: yalfani@basu.ac.ir, Tel: 09183155478

2. MSc, Dept. of Corrective Exercises and Sport Injury, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran

3. PhD Student, Dept. of Corrective Exercises and Sport Injury, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran

Received: 21 June 2023

Accepted: 30 December 2023

**Introduction:** Weakness and change of balance strategy can affect the plantar pressure distribution symmetry. The aim of the present study was to determine the effect of core stability exercises (CSE) along with the abdominal drawing-in maneuver (ADIM) on the plantar pressure distribution symmetry in women with chronic non-specific low back pain (CNLBP).

**Materials and Methods:** In this experimental study, the statistical population was 30 women with CNLBP referred to five orthopedic clinics in Hamedan in 2020. They were randomly assigned to experimental and control groups (15 people in each group). The experimental group performed CSE along with ADIM for 8 weeks. The control group did not receive any intervention. Plantar pressure distribution was evaluated before and after the intervention. Analysis of covariance was used to compare the results between the groups.

**Results:** The experimental group with a higher effect size in the symmetry of the right-left foot pressure distribution ( $\eta^2=0.749$ ,  $p<0.001$ ), the symmetry of the fore-back pressure distribution of the right foot ( $\eta^2=0.556$ ,  $p<0.001$ ), and the symmetry of fore-back pressure distribution of the left foot ( $\eta^2=0.597$ ,  $p<0.001$ ) had a significant difference with the control group.

**Conclusion:** It is suggested that patients perform a combination of CSE and ADIM to strengthen both the mechanical and respiratory aspects of the core muscles of the body through increasing the activation of deep muscles as stabilizing and respiratory muscles. The combination of these protocols through stabilization of the spine can disperse the high forces and balance the plantar pressure distribution, and reduce the pain intensity.

**Keywords:** Low back pain, Exercise, Hollowing, Symmetry, Plantar pressure

---

### Please cite this article as follows:

Yalfani A, Mohammad Khani M, Ahmadi MR, Asgarpoor A. 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. *Community Health journal* 2023; 17 (3):81-92.

**Funding:** This research did not receive any specific grant from funding agencies in the public, commercial, or not-for-profit sectors.

**Conflicts of interest:** The authors declare no conflict of interest.

**Ethical approval:** The Ethics Committee of Bu-Ali Sina University approved the study (Ethics Number: IR.BASU.REC.1399.036).