مقاله پژوهشی

تأثیر یک دوره تمرینات اختصاصی بر متغیرهای فشار کف‌پایی در افراد مبتلا به کمردرد مزمن طی راه‌رفتن

امیرعلی جعفرنژادگرو[۱]، افشین اروجی[۲]، کریم نجفی ینگجه[۳]، زهرا بهروزی بستان آباد[٤]

تاریخ دریافت ۱٤۰۰/۰۱/۰٤ تاریخ پذیرش ۱٤۰۲/۰۱/۱۹

چکیده

پیش‌زمینه و هدف: کمردرد به دردی که در ناحیه کمر یا خاجی ستون فقرات احساس شود اطلاق می‌گردد. هدف از پژوهش حاضر بررسی تأثیر تمرینات اختصاصی مبتنی بر الگوی حرکتی بر متغیرهای فشار کف‌پایی در افراد مبتلا به کمردرد مزمن طی راه‌رفتن بود.

مواد و روش کار: پژوهش حاضر از نوع نیمه‌تجربی با طرح پیش‌آزمون و پس‌آزمون با گروه کنترل بود. افراد موردمطالعه که از مراجعین به مرکز سلامت و تندرستی دانشگاه محقق اردبیلی انتخاب شده بودند، به‌طور تصادفی ۱۰ نفر دارای کمردرد مزمن (گروه تجربی) و ۱۰ نفر کمردرد (گروه کنترل) تقسیم شدند. افراد گروه تجربی شش هفته تمرینات الگوی حرکتی را انجام دادند ولی گروه کنترل در این مدت شش‌هفته‌ای تمرینی انجام ندادند. مقادیر فشار کف‌پایی طی پیش‌آزمون و پس‌آزمون توسط دستگاه فوت اسکن (نرخ نمونه‌برداری: ۳۰۰ هرتز) ثبت شد. آزمون آماری آنالیز واریانس دوسویه جهت تحلیل آماری داده‌ها استفاده شد. تمام تحلیل‌ها در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ و با استفاده از نرم‌افزار اس.پی.اس.اس (SPSS) نسخه ۲۲ انجام پذیرفت.

یافته‌ها: نتایج نشان داد اوج مؤلفه عمودی در مرحله برخورد پاشنه (p=۰/۰۰۹) و نرخ بارگذاری عمودی (p=۰/۰۱۳) در گروه تجربی در پس‌آزمون در مقایسه با پیش‌آزمون کمتر بود. مقایسه جفتی نشان داد، اوج نیرو در استخوان کف‌پایی دوم در گروه تجربی در پس‌آزمون در مقایسه با پیش‌آزمون کمتر بود (p=۰/۰۱۸).

بحث و نتیجه‌گیری: نتایج نشان داد، اوج نیروی عمودی در مرحله برخورد پاشنه و نرخ بارگذاری عمودی پس از مداخله در بیماران مبتلا به کمردرد کاهش یافت. این امر می‌تواند نقش مؤثر تمرینات الگوی حرکتی در بیماران مبتلا به کمردرد را به‌خوبی نشان دهد.

کلیدواژه‌ها: کمردرد مزمن، نرخ بارگذاری، متغیرهای فشار کف‌پایی، راه‌رفتن

مجله مطالعات علوم پزشکی، دوره سی و سوم، شماره دهم، ص ۷٤۸-۷۳۷، دی ۱٤۰۱

آدرس مکاتبه: دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران. تلفن: ۰۴۵۳۱۵۰۵۶۴۹

Email: amiralijafarnezhad@gmail.com

مقدمه

بر اساس تعریف انجمن بین‌المللی مطالعه درد و تشخیص گذاری آناتومیکی آن، کمردرد به دردی که در ناحیه کمر یا خاجی ستون فقرات احساس شود اطلاق می‌گردد (۱). کمردرد یک مشکل شایع و ناتوان‌کننده بوده که در اکثر موارد هیچ علت قابل‌شناسایی ندارد و غیراختصاصی نامیده می‌شود یعنی نمی‌توان آن را به یک پاتولوژی مشخص شناخته‌شده مثل عفونت، تومور، استئوپروز، شکستگی، دفورمیتی ساختمانی، اختلال التهابی، یا سندرم دم‌اسبی) نسبت داد (۲، ۳). ۸۵درصد تا ۹۰درصد کمردردها از نوع کمردرد غیراختصاصی بوده و درصورتی‌که بیش از سه ماه به طول بکشد به آن کمردرد غیراختصاصی مزمن گفته می‌شود (۴، ۵). یک‌پنجم مراجعه‌کنندگان به پزشکان متخصص، خواستار کاهش درد کمر می‌باشند. این درد، شایع‌ترین شکایات بیماران مراجعه‌کننده به مراکز ارتوپدی بوده است (۶). به علت عدم وجود یک تشخیص خاص و نداشتن اتفاق‌نظر برای مدیریت مناسب آن در بین مشاغل بهداشتی گوناگون همواره یک چالش باقی مانده است. کمردرد می‌تواند با آسیب به یک بافت آغاز شود و سپس ممکن است عملکرد بیومکانیکی مفصل را تغییر دهد. آسیب یک بافت در کمر می‌تواند اثراتی بر سایر بافت‌ها داشته باشد و باعث ایجاد درد و همچنین منجر به عدم تحمل در انجام فعالیت‌های خاص گردد. حال‌آنکه

[۱] دانشیار بیومکانیک ورزشی، گروه مدیریت و بیومکانیک ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران (نویسنده مسئول)

[۲] کارشناس ارشد آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، گروه بیومکانیک و آسیب شناسی ورزشی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران

[۳] کارشناسی ارشد بیومکانیک ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

[٤] کارشناسی ارشد بیومکانیک ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

مدارکی دال بر نقش مهم عملکرد عضلات تنه در مدیریت بیماران با کمردرد رو به افزایش است. نقص‌های عملکردی عضلات تنه ممکن است یکپارچگی ساختاری مجموعه ستون فقرات را به خطر اندازد و آن را در معرض آسیب بیشتر، بهبودی طولانی‌مدت تر یا مزمن‌تر شدن درد قرار دهد.

بسیاری از بیماران به دلیل اختلالات سیستم حرکتی، مشکلات متفاوتی در انجام فعالیت‌های روزمره دارند. طبق تحقیقات انجام‌شده کنترل حرکت در بیماران کمردرد در مقایسه با افراد سالم دستخوش تغییراتی می‌شود و ازآنجایی‌که این افراد توانایی کمتری در کنترل حرکات و عملکرد خود به هنگام تغییر پوسچر از خود نشان می‌دهند (۷، ۸). تحقیقات نشان داده است که بیماران مبتلا به کمردرد مزمن در مقایسه با افراد سالم سرعت آهسته‌تر در کنترل تنه، دامنه حرکتی کاهش یافته در ناحیه کمری و کاهش سرعت حرکت و عکس‌العمل می‌باشند (۹). بخش بزرگی از درد ناحیه کمر به‌وسیله عوامل بیومکانیکی یا تحت تأثیر آن قرار می‌گیرد و الگوی از وضعیت‌ها و حرکات همراه با کمردرد دیده می‌شود که مداخلات متعدد، نشان‌دهنده الگوهای حرکتی مرتبط با کمردرد مزمن است (۱۰). به دلیل ارتباط بین حرکت ایجادشده و ارتباط آن با ستون فقرات که درنهایت می‌تواند باعث پیشرفت کمردرد مزمن شود، برای بررسی بسیار مهم به نظر می‌رسد. همچنین بررسی الگوی حرکتی کمری در حین فعالیت‌های عملکردی در درک چگونگی به وجود آمدن کمردرد کمک‌کننده به نظر می‌رسد (۱۱). طی سال‌های گذشته، تعداد مطالعاتی که به بررسی تأثیر ورزش و حرکت‌درمانی بر درمان بیماران مبتلا به کمردرد مزمن پرداخته‌اند، رو به افزایش است (۱۲). در این میان تمرینات الگوی حرکتی با توجه به بهبود عملکرد طی راه‌رفتن و تأثیر مثبتی که بر عضلات اندام تحتانی و ناحیه کمری طی راه‌رفتن می‌گذارد، بسیار مفید به نظر می‌رسد. اروجی و همکاران (۱۳۹۷) در تحقیقی نشان دادند که تمرینات الگوی حرکتی می‌تواند منجر به بهبود فعالیت الکتریکی و عملکرد اندام تحتانی و همچنین بهبود دامنه حرکتی زانو هنگام فرود تک پا در بیماران مبتلا به کمردرد شود (۱۳). توان‌بخشی برای رسیدگی به عوامل قابل‌تغییر، مانند الگوهای حرکتی غیرطبیعی و ضعف عضلات در ارتباط با درد کمر می‌تواند منجر به بهبود عملکرد و کاهش درد در افرادی شود که از کمردرد مزمن رنج می‌برند.

اما با توجه به اینکه مطالعه‌ای قبلاً به بررسی مستقیم اثر تمرینات اختصاصی مبتنی بر الگوی حرکتی بر متغیرهای فشار کف‌پایی در افراد دارای کمردرد نپرداخته است و لذا با توجه به کمبود مطالعات داخلی و خارجی، ضرورت انجام چنین تحقیقی باهدف تأثیر تمرینات الگوی حرکتی که ازنظر محققان نوعی از روش‌های درمانی است که می‌تواند منجر به بهبود متغیرهای فشار کف‌پایی در بیماران کمردرد مزمن غیراختصاصی نقش داشته باشند تأکید می‌شود؛ لذا هدف از پژوهش حاضر بررسی تأثیر تمرینات اختصاصی مبتنی بر الگوی حرکتی بر متغیرهای فشار کف‌پایی در افراد مبتلا به کمردرد مزمن حین راه‌رفتن بود.

مواد و روش کار

مطالعه حاضر از نوع نیمه تجربی با طرح پیش‌آزمون - پس‌آزمون با گروه کنترل بود. جامعه آماری شامل کلیه افراد دارای کمردرد مزمن غیراختصاصی مرد با دامنه سنی ۲۰ الی ۴۰ سال بودند و نمونه آماری پژوهش شامل ۱۰ نفر مرد در گروه کمردرد مزمن غیراختصاصی و ۱۰ نفر مرد دارای کمردرد مزمن غیراختصاصی در گروه کنترل بود، که به‌طور داوطلبانه در این پژوهش شرکت کردند. نمونه آماری در پژوهش حاضر به‌طور نمونه در دسترس انتخاب شدند. برای طراحی حجم نمونه بنا به توصیه کوهن ابتدا اندازه اثر برابر ۰/۷۵ برآورد شد. سپس با سطح معناداری ۰/۰۵ و توان آماری ۰/۸۰ در نرم‌افزار جی پاور در نظر گرفته شد. این نرم‌افزار نشان داد که تعداد آزمودنی‌ها حداقل ۲۰ نفر در دو گروه کنترل و کمردرد مزمن غیراختصاصی موردنیاز است (۱۴، ۱۵). پروتکل تمرین در کمیته اخلاق پژوهش‌های زیستی به شماره IR.SBU.ICBS.۹۷/۱۰۱۴ مورد تأیید قرار گرفت.

معیارهای ورود به تحقیق: جنسیت تمام آزمودنی‌ها مرد باشد. بیماران مبتلا به کمردرد مزمن غیراختصاصی بین سنین ۲۰ - ۳۰ سال، از زمان کمردرد سه ماه یا بیشتر ادامه داشته باشد، معیار ناتوانی این بیماران بر اساس مقیاس پرسشنامه کبک باهدف غربالگری در این افراد که باید بالای عدد ۲۵ باشد. تأیید پزشک متخصص مبنی بر مبتلا بودن به کمردرد مزمن غیراختصاصی (با انجام آزمایش‌های کلینیکی و پاراکلینکی توسط پزشک)، برخورداری از سلامت عمومی جسمی همچون مبتلا نبودن به بیماری‌های دیابتی، قلبی و عفونت‌های دستگاه فوقانی.

معیارهای خروج از تحقیق: شرکت در برنامه تمرینات توان‌بخشی در یک سال گذشته، درمان فیزیوتراپی در شش ماه اخیر دارای کمردرد با منشأ غیر مکانیکی، استفاده از وسایل کمکی نظیر کرست و بریس و شکم‌بند، استفاده از داروهای اعصاب یا سایر داروهای تأثیرگذار در پژوهش، در زمان شرکت در طول انجام تحقیق، شرکت در فعالیت‌های منظم ورزشی طی شش ماه گذشته، دارای هرگونه جراحی شکستگی، دررفتگی و پیچ‌خوردگی در ستون فقرات. فاقد بیماری‌هایی از قبیل پوکی استخوان، آرتروز، سرطان، روماتیسم، عفونت‌های دستگاه ادراری و بیماری‌های لگنی، فتق دیسک، دردهای سیاتیک، بیماری‌های التهابی، تورم‌های بدخیم، بیماری‌های سیستم عصبی و نخاعی، نقص پیشرونده حرکتی، و یا

هرگونه ناهنجاری‌های اسکلتی به نظر پزشک اثرگذار بر روند تحقیق باشد.

دستگاه فوت اسکن

برای ثبت متغیرهای فشار کف‌پایی از دستگاه فوت اسکن (RS.Scan International, Belgium, 0.5m × 0.5× 0.02m, 4363 sensors) ساخت کشور فنلاند با نرخ نمونه‌برداری ۳۰۰ هرتز استفاده شده است (۱۶). کوشش راه‌رفتن صحیح شامل برخورد کامل پا بر روی بخش میانی دستگاه فوت اسکن بود. مدت‌زمان راه‌رفتن در مسیر ۱۵ متری توسط کرنومتر Q&Q مدل Q-1 - کارنیل اندازه‌گیری شد. آزمودنی به‌طور آزمایشی سه مرتبه کوشش راه‌رفتن را انجام می‌داد تا با نحوه آزمایش آشنا شود (۱۶). اگر فوت اسکن توسط آزمودنی جهت تنظیم گام مورد هدف قرار می‌گرفت یا تعادل آزمودنی دچار اختلال می‌شد، کوشش راه‌رفتن تکرار می‌شد (۱۶).

تعداد کوشش‌های صحیح راه‌رفتن برابر ۳ کوشش در هر شرایط بود (۱۸-۱۶). مدت‌زمان استراحت بین هر کوشش راه‌رفتن برابر ۱ یک دقیقه بود (۱۶). داده‌های فشار کف‌پایی در طی فاز اتکای راه‌رفتن استخراج شد. فاز اتکای راه‌رفتن به‌عنوان تماس پاشنه‌ی پا با زمین تا بلند شدن پنجه پا تعیین شد. که می‌تواند اوج نیروی عمودی عکس‌العمل زمین، زمان رسیدن به این اوج، نرخ بارگذاری، اوج متغیرهای فشار کف‌پایی در نواحی ده‌گانه پا (شکل ۱ج)، اوج نیروهای وارده بر نواحی ده‌گانه پا و جابجایی مرکز فشار در دو راستای داخلی-خارجی (copx) و قدامی-خلفی (copy) بود. این نواحی به ترتیب شامل انگشت شست (T1)، انگشتان دوم تا پنجم (T2-5)، استخوان کف‌پایی اول ((M1) Metatarsal one)، استخوان کف‌پایی دوم (M2)، استخوان کف‌پایی سوم (M3)، استخوان کف‌پایی چهارم (M4)، استخوان کف‌پایی پنجم (M5)، بخش میانه پا ((Mid foot(MF)، بخش داخلی پاشنه ((Heel medial (HM) و بخش خارجی پاشنه ((Heel (HL) lateral) را اندازه‌گیری کند. متغیرهای موردنظر اوج نیروی عمودی عکس‌العمل زمین، زمان رسیدن به این اوج، نرخ بارگذاری، اوج متغیرهای فشار کف‌پایی در نواحی ده‌گانه پا (شکل ۱ج)، اوج نیروهای وارده بر نواحی ده‌گانه پا و جابجایی مرکز فشار در دو راستای داخلی-خارجی (copx) و قدامی-خلفی (copy) بود. این نواحی به ترتیب شامل انگشت شست (T1)، انگشتان دوم تا پنجم (T2-5)، استخوان کف‌پایی اول ((M1) Metatarsal one)، استخوان کف‌پایی دوم (M2)، استخوان کف‌پایی سوم (M3)، استخوان کف‌پایی چهارم (M4)، استخوان کف‌پایی پنجم (M5)، بخش میانه پا ((Mid foot(MF)، بخش داخلی پاشنه ((Heel medial (HM) و بخش خارجی پاشنه ((Heel (HL) lateral) بود. جهت محاسبه‌ی نرخ بارگذاری نیروی عمودی عکس‌العمل زمین شیب خط اتصال‌دهنده از لحظه‌ی تماس پاشنه تا اوج اولیه منحنی عمودی نیروی عکس‌العمل زمین محاسبه شد (۱۹). جهت هموار نمودن داده‌های نیروی عکس‌العمل زمین از فیلتر باترورث مرتبه چهارم با برش فرکانسی ۲۰ هرتز استفاده شد (۱۹). برای نرمال نمودن مقادیر نیروی عمودی عکس‌العمل زمین، این مقادیر بر وزن بدن تقسیم و در عدد صد ضرب شدند (۱۹).

پروتکل تمرینی الگوی حرکتی:

برنامه الگوهای حرکتی اهداف زیر را دنبال می‌کرد: ۱- آموزش پوزیشن صحیح در حالت‌های مختلف و آموزش طرز صحیح مکانیک بدن در فعالیت‌های روزانه از قبیل راه‌رفتن، ایستادن، نشستن، خوابیدن؛ ۲- تقویت عضلات ران. سپس گروه تمرین یک هفته توسط محقق تحت آموزش الگوهای حرکتی صحیح در فعالیت‌های روزانه قرار گرفتند. محل آموزش آزمودنی‌ها در مرکز سلامت محقق اردبیلی بود. گروه مداخله هر هفته توسط آزمون گیرنده و متخصص حرکات اصلاحی تحت نظر و بررسی قرار می‌گرفت. هفته دوم برنامه تمرینی شامل تقویت چرخش‌دهنده‌های خارجی ران که به چهار تا پنج سطح تقسیم می‌شود، انجام گرفت. سطح اول در حالت خوابیده به شکم (در حالت خوابیده به شکم فلکشن زانو همراه با چرخش خارجی ران را انجام می‌داد) و سطح دوم در حالت ایستاده (چرخش خارجی ران با هر دو پا بدون اعمال مقاومت) انجام می‌شد سطح سوم (چرخش خارجی ران همراه با اکستنشن زانو در حالت خوابیده به پهلو) و سطح چهارم در حالت ایستاده با توجه به اصل اضافه‌بار با باند تمرینی انجام می‌شد. با توجه به این‌که تمرینات در هفته اول به حالت ایزومتریک انجام می‌شد تعداد ست‌ها و تکرار تمرین در تمامی مراحل (۲ست با ۱۲-۱۰ تکرار با انقباض ۱۵-۱۰ ثانیه‌ای) انجام گرفت. ولی سطح چهارم که با مقاومت باند انجام می‌شد این زمان به ۲۰-۱۰ ثانیه افزایش می‌یافت. هفته سوم برای گروه عضلات چرخش دهنده خارجی ران همراه با فلکسورهای ران انجام شد که سطح اول در حالت نشسته (چرخش خارجی همراه با فلکشن ران) و سطح دوم (بدون فلکشن ران)، و سطح سوم (چرخش خارجی با مقاومت باند)، سطح چهارم (اسکات با هر پا با مقاومت باند)، و سطح پنجم (اسکات دوطرفه) انجام شد. هفته چهارم تقویت عضلات فلکسورهای ران مدنظر بود که سطح اول تا سوم بدون مقاومت باند در حالت نشسته با فلکشن ران انجام شد و سطح چهارم و پنجم نیز با مقاومت باند انجام شد. هفته پنجم باهدف تقویت عضلات دورکننده ران انجام شد که در سطح اول تا سوم (بدون مقاومت باند و در حالت درازکش و ایستاده) آزمودنی‌ها حرکت ابداکشن ران را انجام دادند و سطح چهارم نیز در حالت ایستاده با مقاومت باند انجام شد.

هفته ششم نیز باهدف تقویت عضلات سرینی انجام شد که سطح اول و سوم در حالت ایستاده با اعمال نگه‌داشتن وزن بدن بر روی یک پا و سطح چهارم در حالت ایستاده (ابداکشن ران همراه با چرخش خارجی ران با مقاومت باند) به انجام رسید. لازم به ذکر است که تمام مراحل ۳ جلسه در هفته و درصورتی‌که آزمودنی حرکات را بدون درد انجام می‌داد وارد پروتکل بعدی می‌شد. آزمودنی‌ها به‌صورت تصادفی به دو گروه آزمایش و کنترل تقسیم شدند. گروه کنترل بدون مداخله تمرینی به فعالیت عادی خود پرداختند. و در پایان شش هفته، پس‌آزمون گرفته شد. لازم به ذکر است که بعد از پس‌آزمون گروه کنترل نیز مانند گروه تجربی مورد مداخله تمرینی قرار گرفتند.

تجزیه‌وتحلیل آماری:

برای نرمال بودن توزیع داده‌ها با استفاده از آزمون شاپیرو-ویلک تأیید شد. آزمون آماری آنالیز واریانس دوسویه جهت تحلیل آماری داده‌ها استفاده شد. تمام تحلیل‌ها در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ و با استفاده از نرم‌افزار اس.پی.اس.اس (SPSS) نسخه ۲۲ انجام پذیرفت.

یافته‌ها

نتایج نشان داد هیچ‌یک از متغیرهای سن، قد، وزن و شاخص توده بدن در دو گروه تمرین و کنترل معنی‌دار نبوده است ($p>0/05$) (جدول ۱).

جدول (۱): میانگین و انحراف معیار سن، قد، وزن و شاخص توده بدن در دو گروه تمرین و کنترل

متغیر	گروه تجربی	گروه کنترل	سطح معنی‌داری
سن	۲۴/۷ ± ۱/۷	۲۴/۱ ± ۲/۶	۰/۵۴۹
وزن	۸۱/۶ ± ۶/۹	۷۸/۶ ± ۵/۲	۰/۲۸۶
قد	۱۷۵/۳ ± ۶/۲	۱۷۹/۱ ± ۴/۶	۰/۱۳۵
شاخص توده‌ی بدن	۲۶/۶ ± ۳/۳	۲۴/۵ ± ۲/۶	۰/۱۳۶

نتایج نشان داد هیچ‌یک متغیرها و مؤلفه‌های آن‌ها در پیش‌آزمون در دو گروه تجربی و کنترل اختلاف معنی‌داری نداشت ($p>0/05$) (جدول ۲، ۳ و ۴).

جدول (۲): مقایسه مقادیر نیروی عمودی عکس‌العمل زمین (برحسب درصدی از وزن بدن)، زمان رسیدن به اوج نیروها (میلی‌ثانیه) ، جابجایی مرکز فشار (میلی‌متر) و زمان اتکای راه‌رفتن به‌دست‌آمده از آزمون t در دو گروه طی پیش‌آزمون

متغیر		مؤلفه	تجربی	کنترل	سطح معنی‌داری
اوج نیروی عکس‌العمل زمین	عمودی	Fz_{HC}	۱۶۳۲/۴۰ ± ۲۵۲/۵۵	۱۷۳۵/۳۰ ± ۱۳۵/۵۳	۰/۴۵۲
		Fz_{MS}	۱۲۲۰/۴۲ ± ۲۶۴/۰۸	۱۱۷۵/۰۴ ± ۲۵۲/۴۶	۰/۶۹۹
		Fz_{PO}	۱۴۸۵/۷۶ ± ۳۷۹/۵۸	۱۴۳۳/۶۶ ± ۱۹۹/۰۸	۰/۷۰۵
زمان رسیدن به اوج نیروها		Fz_{HC}	۲۰۷/۱۲ ± ۳۱/۹۱	۱۸۰/۱۱ ± ۵۱/۲۸	۰/۱۷۸
		Fz_{MS}	۳۶۹/۱۴ ± ۴۴/۰۵	۸۰/۴۷ ± ۳۳۲/۲۵	۰/۲۲۰
		Fz_{PO}	۵۲۸/۶۳ ± ۶۳/۲۸	۴۷۶/۵۸ ± ۸۸/۱۵	۰/۱۴۷
نرخ بارگذاری		عمودی	۸/۶۱ ± ۱/۷۴	۱۰/۱۷ ± ۲/۸۹	۰/۰۸۵
زمان اتکای دویدن			۷۰۷/۴۵ ± ۷۷/۵۰	۶۳۸/۸۷ ± ۱۱۴/۶۱	۰/۱۳۴

×سطح معنی‌داری $p<0/05$

جدول (۳): مقایسه اوج فشار کف‌پایی (نیوتن بر سانتی‌متر مربع) در نواحی ده‌گانه پا به‌دست‌آمده از آزمون t در دو گروه طی پیش‌آزمون

ناحیه	تجربی	کنترل	سطح معنی‌داری
انگشت شست	۱۵/۵۷ ± ۶/۳۹	۱۸/۳۶ ± ۵/۵۷	۰/۳۱۱

ناحیه	تجربی	کنترل	سطح معنی‌داری
انگشت دوم تا پنجم	۵/۹۱ ± ۱/۲۷	۶/۰۷ ± ۱/۷۵	۰/۸۱۶
کف‌پایی اول	۱۴/۸۶ ± ۶/۲۴	۱۶/۱۸ ± ۵/۱۱	۰/۶۱۳
کف پای دوم	۲۵/۵۲ ± ۵/۳۷	۲۳/۸۹ ± ۵/۲۵	۰/۵۰۱
کف‌پایی سوم	۲۲/۳۰ ± ۴/۳۱	۲۲/۶۳ ± ۶/۱۱	۰/۸۸۹
کف‌پایی چهارم	۱۶/۴۹ ± ۴/۵۱	۱۶/۱۱ ± ۶/۰۹	۰/۸۷۷
کف‌پایی پنجم	۸/۲۸ ± ۳/۲۵	۸/۴۶ ± ۳/۱۱	۰/۹۰۰
میانه پا	۶/۳۷ ± ۱/۹۳	۷/۴۱ ± ۲/۲۵	۰/۲۸۰
بخش داخلی پاشنه	۲۳/۷۵ ± ۶/۶۴	۲۳/۷۸ ± ۵/۷۸	۰/۵۳۰
بخش خارجی پاشنه	۱۹/۱۰ ± ۳/۲۷	۲۱/۸۱ ± ۴/۴۰	۰/۱۳۵

×سطح معنی‌داری p<۰/۰۵

جدول (۴): مقایسه اوج نیروهای وارده بر نواحی ده‌گانه پا به‌دست‌آمده از آزمون t در دو گروه طی پیش‌آزمون

ناحیه	تجربی	کنترل	سطح معنی‌داری
انگشت شست	۱۸۹/۳۰ ± ۶۴/۵۴	۲۱۵/۷۶ ± ۷۰/۹۳	۰/۳۹۴
انگشت دوم تا پنجم	۶۴/۷۱ ± ۳۴/۱۳	۷۸/۶۲ ± ۲۳/۳۹	۰/۳۰۲
کف‌پایی اول	۲۴۸/۲۰ ± ۹۹/۱۸	۲۹۸/۵۴ ± ۹۸/۵۶	۰/۲۷۰
کف پای دوم	۲۵۳/۹۱ ± ۶۹/۱۰	۲۴۷/۶۸ ± ۶۳/۷۲	۰/۸۳۶
کف‌پایی سوم	۲۵۷/۷۷ ± ۶۵/۱۲	۲۳۳/۸۲ ± ۶۲/۷۷	۰/۴۱۳
کف‌پایی چهارم	۱۸۳/۵۹ ± ۵۷/۲۷	۱۹۴/۵۰ ± ۹۴/۲۵	۰/۷۵۸
کف‌پایی پنجم	۷۷/۴۱ ± ۳۳/۴۹	۷۷/۵۹ ± ۲۶/۵۸	۰/۹۸۹
میانه پا	۱۷۵/۴۵ ± ۸۰/۸۴	۱۷۰/۹۸ ± ۶۷/۶۸	۰/۸۹۵
بخش داخلی پاشنه	۴۸۰/۰۱ ± ۹۰/۹۷	۵۱۷/۰۹ ± ۱۴۴/۱۱	۰/۵۰۰
بخش خارجی پاشنه	۳۷۰/۶۵ ± ۵۵/۷۱	۴۲۴/۳۶ ± ۱۱۸/۳۷	۰/۲۱۱

×سطح معنی‌داری p<۰/۰۵

نتایج نشان داد اثر عامل زمان، گروه و اثر تعاملی زمان × گروه بر هیچ‌یک از مؤلفه‌های اوج فشار در دو گروه تجربی و کنترل طی راه‌رفتن معنی‌دار نبود (p>۰/۰۵) (جدول ۵).

جدول (۵): اثر عامل زمان، گروه و اثر تعاملی زمان و گروه بر اوج فشار کف‌پایی به‌دست‌آمده از آزمون آنالیز واریانس دوسویه برای دو گروه تجربی و کنترل طی دو شرایط پیش‌آزمون و پس‌آزمون

مؤلفه	گروه تجربی		گروه کنترل		سطح معناداری(اندازه اثر)		
	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	اثر عامل زمان	اثر عامل گروه	اثر تعاملی زمان×گروه
انگشت شست	۱۵/۵۷ ± ۶/۳۹	۱۴/۸۹ ± ۵/۱۲	۱۸/۳۶ ± ۵/۵۷	۱۹/۳۴ ± ۳/۲۸	۰/۹۱۴ (۰/۰۰۱)	۰/۰۷۵ (۰/۱۶۶)	۰/۵۴۴ (۰/۰۲۱)
انگشت دوم تا پنجم	۵/۹۱ ± ۱/۲۷	۶/۶۰ ± ۲/۲۲	۶/۰۷ ± ۱/۷۵	۶/۷۹ ± ۱/۹۲	۰/۱۳۸ (۰/۱۱۸)	۰/۷۹۹ (۰/۰۰۴)	۰/۹۷۷ (>۰/۰۰۱)
کف‌پایی اول	۱۴/۸۶ ± ۶/۲۴	۱۴/۴۹ ± ۳/۵۵	۱۶/۱۸ ± ۵/۱۱	۱۸/۱۳ ± ۷/۲۵	۰/۶۶۰	۰/۱۹۴	۰/۵۲۱

مؤلفه	گروه تجربی		گروه کنترل		سطح معناداری(اندازه اثر)		
	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	اثر عامل زمان	اثر عامل گروه	اثر تعاملی زمان×گروه
					(۰/۰۱۱)	(۰/۰۹۲)	(۰/۰۲۳)
کف پای دوم	۲۵/۵۲ ± ۵/۳۷	۲۲/۷۵ ± ۴/۴۲	۲۳/۸۹ ± ۵/۲۵	۲۲/۱۴ ± ۵/۵۰	۰/۰۷۲ (۰/۱۶۹)	۰/۵۷۹ (۰/۰۱۷)	۰/۶۶۹ (۰/۰۱۰)
کف‌پایی سوم	۲۲/۳۰ ± ۴/۳۱	۲۰/۷۷ ± ۴/۴۸	۲۲/۶۳ ± ۶/۱۱	۲۰/۴۳ ± ۵/۲۹	۰/۱۸۵ (۰/۰۹۶)	۰/۹۹۹ (>۰/۰۰۱)	۰/۸۰۶ (۰/۰۰۳)
کف‌پایی چهارم	۱۶/۴۹ ± ۴/۵۱	۱۵/۰۱ ± ۴/۲۱	۱۶/۱۱ ± ۶/۰۹	۱۵/۱۱ ± ۵/۷۳	۰/۴۲۰ (۰/۰۳۶)	۰/۹۳۹ (>۰/۰۰۱)	۰/۸۷۵ (۰/۰۰۱)
کف‌پایی پنجم	۸/۲۸ ± ۳/۲۵	۸/۵۷ ± ۴/۳۷	۸/۴۶ ± ۳/۱۱	۹/۱۹ ± ۴/۹۹	۰/۶۷۰ (۰/۰۱۰)	۰/۷۷۳ (۰/۰۰۵)	۰/۸۵۲ (۰/۰۰۲)
میانه پا	۶/۳۷ ± ۱/۹۳	۶/۵۰ ± ۱/۶۵	۷/۴۱ ± ۲/۲۵	۶/۶۶ ± ۲/۲۱	۰/۶۲۷ (۰/۰۱۳)	۰/۳۶۵ (۰/۰۴۶)	۰/۴۹۳ (۰/۰۲۶)
بخش داخلی پاشنه	۲۳/۷۵ ± ۶/۶۴	۲۱/۷۲ ± ۵/۳۳	۲۳/۷۸ ± ۵/۷۸	۲۴/۱۷ ± ۴/۱۵	۰/۶۷۷ (۰/۰۱۰)	۰/۳۱۰ (۰/۰۵۷)	۰/۵۹۴ (۰/۰۱۶)
بخش خارجی پاشنه	۱۹/۱۰ ± ۳/۲۷	۲۰/۴۳ ± ۶/۲۱	۲۱/۸۱ ± ۴/۴۰	۲۱/۰۹ ± ۲/۵۱	۰/۸۱۸ (۰/۰۰۳)	۰/۲۴۹ (۰/۰۷۳)	۰/۴۴۷ (۰/۰۳۲)

×سطح معنی‌داری p<۰/۰۵

نتایج نشان داد اثر عامل زمان‌بر اوج نیرو در انگشت شست در دو گروه تجربی و کنترل طی راه‌رفتن معنی‌دار بود (p=۰/۰۲۴) (جدول ۶). همچنین اثر عامل گروه بر اوج نیرو در استخوان کف‌پایی اول در دو گروه تجربی و کنترل طی راه‌رفتن معنی‌دار بود (p=۰/۰۳۱) (جدول ۶).مقایسه جفتی نشان داد اوج نیرو در استخوان کف‌پایی دوم در گروه تجربی در پس‌آزمون در مقایسه با پیش‌آزمون کمتر بود (p=۰/۰۱۸) (جدول ۶).

جدول (۶): اثر عامل زمان، گروه و اثر تعاملی زمان و گروه بر اوج نیروها به‌دست‌آمده از آزمون آنالیز واریانس دوسویه برای دو گروه تجربی و کنترل طی دو شرایط پیش‌آزمون و پس‌آزمون

مؤلفه	گروه تجربی		گروه کنترل		سطح معناداری(اندازه اثر)		
	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	اثر عامل زمان	اثر عامل گروه	اثر تعاملی زمان×گروه
انگشت شست	۱۸۹/۳۰ ± ۶۴/۵۴	۲۲۵/۱۷ ±۸۹/۳۹	۲۱۵/۷۶ ± ۷۰/۹۳	۶۹/۹۸ ± ۲۸۴/۴۵	۰/۰۲۴× (۰/۲۵۲)	۰/۱۱۱ (۰/۱۳۵)	۰/۴۵۰ (۰/۰۳۲)
انگشت دوم تا پنجم	۶۴/۷۱ ± ۳۴/۱۳	۸۴/۱۴ ± ۵۲/۴۹	۷۸/۶۲ ± ۲۳/۳۹	۸۵/۶۴ ± ۳۳/۲۱	۰/۱۲۱ (۰/۱۲۸)	۰/۶۰۴ (۰/۰۱۵)	۰/۴۵۵ (۰/۰۳۱)
کف‌پایی اول	۲۴۸/۲۰ ± ۹۹/۱۸	۲۴۲/۵۴ ± ۵۱/۳۲	۲۹۸/۵۴ ± ۹۸/۵۶	۱۰۰/۵۰ ± ۳۲۹/۹۸	۰/۶۴۲ (۰/۰۱۲)	۰/۰۳۱× (۰/۲۳۲)	۰/۵۰۵ (۰/۰۲۵)
کف پای دوم	۲۵۳/۹۱ ± ۶۹/۱۰	۲۰۹/۶۸ ± ۷۰/۳۵	۲۴۷/۶۸ ± ۶۳/۷۲	۶۷/۴۴ ± ۲۴۷/۲۸	۰/۱۷۰ (۰/۱۰۲)	۰/۵۵۳ (۰/۰۲۰)	۰/۱۷۷ (۰/۰۹۹)

مؤلفه	گروه تجربی		گروه کنترل		سطح معناداری(اندازه اثر)			
	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	اثر عامل زمان	اثر عامل گروه	اثر تعاملی زمان×گروه
کف‌پایی سوم	۲۵۷/۷۷ ± ۶۵/۱۲	۲۳۷/۷۳ ± ۶۵/۷۹	۲۳۳/۸۲ ± ۶۲/۷۷	۱۲۵/۶۷ ± ۲۵۷/۶۱	۰/۹۱۸ (۰/۰۰۱)	۰/۹۵۲ (>۰/۰۰۱)	۰/۲۳۷ (۰/۰۷۷)
کف‌پایی چهارم	۱۸۳/۵۹ ± ۵۷/۲۷	۱۷۴/۳۳ ± ۳۷/۹۶	۱۹۴/۵۰ ± ۹۴/۲۵	۱۰۶/۲۸ ± ۲۰۲/۲۶	۰/۹۷۲ (>۰/۰۰۱)	۰/۵۰۵ (۰/۰۲۵)	۰/۶۸۷ (۰/۰۰۹)
کف‌پایی پنجم	۷۷/۴۱ ± ۳۳/۴۹	۸۵/۲۷ ± ۲۲/۶۵	۷۷/۵۹ ± ۲۶/۵۸	۷۶/۳۰ ± ۳۷/۵۲	۰/۷۱۸ (۰/۰۰۷)	۰/۶۷۷ (۰/۰۱۰)	۰/۶۱۵ (۰/۰۱۴)
میانه پا	۱۷۵/۴۵ ± ۸۰/۸۴	۱۶۴/۰۴ ± ۸۱/۳۰	۱۷۰/۹۸ ± ۶۷/۶۸	۱۴۵/۸۴ ± ۲۰۰/۱۲	۰/۷۵۸ (۰/۰۰۵)	۰/۶۴۶ (۰/۰۱۲)	۰/۴۸۴ (۰/۰۲۸)
بخش داخلی پاشنه	۴۸۰/۰۱ ± ۹۰/۹۷	۴۵۲/۰۹ ± ۸۶/۵۳	۵۱۷/۰۹ ± ۱۴۴/۱۱	۱۶۷/۷۱ ± ۵۳۳/۱۸	۰/۸۵۴ (۰/۰۰۲)	۰/۲۲۶ (۰/۰۸۰)	۰/۴۹۷ (۰/۰۲۶)
بخش خارجی پاشنه	۳۷۰/۶۵ ± ۵۵/۷۱	۳۸۷/۷۹ ± ۸۸/۱۹	۴۲۴/۳۶ ± ۱۱۸/۳۷	۶۴/۱۲ ± ۴۰۹/۹۴	۰/۹۵۹ (>۰/۰۰۱)	۰/۱۸۷ (۰/۰۹۵)	۰/۵۵۵ (۰/۰۲۰)

×سطح معنی‌داری $p<۰/۰۵$

نتایج نشان داد اثر عامل زمان‌بر اوج نیروی عمودی عکس‌العمل زمین در مرحله بلند شدن پنجه پا (p=۰/۰۱۵)، نرخ بارگذاری عمودی (p=۰/۰۳۷) و زمان اتکای راه‌رفتن (p=۰/۰۳۳) در دو گروه تجربی و کنترل طی راه‌رفتن معنی‌دار بود (جدول ۷). همچنین اثر عامل گروه بر نرخ بارگذاری عمودی در دو گروه تجربی و کنترل طی راه‌رفتن معنی‌دار بود (p=۰/۰۴۹) (جدول ۷). مقایسه جفتی نشان داد اوج مؤلفه عمودی در مرحله برخورد پاشنه (p=۰/۰۰۹) و نرخ باگذاری عمودی (p=۰/۰۱۳) در گروه تجربی در پس‌آزمون در مقایسه با پیش‌آزمون کمتر بود (جدول ۷).

جدول (۷): اثر عامل زمان، گروه و اثر تعاملی زمان و گروه بر مقادیر اوج نیروی عمودی عکس‌العمل زمین (برحسب درصدی از وزن بدن)، زمان رسیدن به اوج‌ها، نرخ بارگذاری عمودی و زمان اتکای دویدن به‌دست‌آمده از آزمون آنالیز واریانس دوسویه در دو گروه تجربی و کنترل در دو شرایط پیش‌آزمون و پس‌آزمون

متغیر	مؤلفه	گروه تجربی		گروه کنترل		سطح معناداری(اندازه اثر)		
		پیش‌آزمون	پس‌آزمون	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	اثر عامل زمان	اثر عامل گروه	اثر تعاملی زمان×گروه
اوج نیروی عمودی عکس‌العمل زمین	Fz_{HC}	۱۶۳۲/۴۰ ± ۲۵۲/۵۵	۱۴۴۹/۴۵ ± ۲۲۷/۲۴	۱۷۳۵/۳۰ ± ۱۳۵/۵۳	۱۸۰۴/۰۵ ± ۵۴۲/۷۸	۰/۴۲۸ (۰/۰۳۵)	۰/۱۳۵ (۰/۱۲۰)	۰/۰۹۱ (۰/۱۵۰)
	Fz_{md}	۱۲۲۰/۴۲ ± ۲۶۴/۰۸	۱۲۶۹/۱۰ ± ۴۱۸/۰۴	۱۱۷۵/۰۴ ± ۲۵۲/۴۶	۱۲۱۲/۶۰ ± ۱۹۰/۲۲	۰/۶۱۲ (۰/۰۱۵)	۰/۶۲۱ (۰/۰۱۴)	۰/۹۴۸ (>۰/۰۰۱)

متغیر	مؤلفه	گروه تجربی		گروه کنترل		سطح معناداری(اندازه اثر)		
		پیش‌آزمون	پس‌آزمون	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	اثر عامل زمان	اثر عامل گروه	اثر تعاملی زمان×گروه
زمان رسیدن به اوج نیروها	Fz_{PO}	۱۴۸۵/۷۶ ± ۳۷۹/۵۸	۱۴۰۳/۳۱ ± ۴۱۸/۱۶	۱۴۳۳/۶۶ ± ۱۹۹/۰۸	۱۲۸۶/۵۷ ± ۲۱۲/۸۰	۰/۰۱۵× (۰/۲۸۸)	۰/۵۴۱ (۰/۰۲۱)	۰/۴۵۷ (۰/۰۳۱)
	Fz_{HC}	۲۰۷/۱۲ ± ۳۱/۹۱	۲۰۴/۳۳ ± ۳۲/۰۲	۱۸۰/۱۱ ± ۵۱/۲۸	۲۰۴/۱۶ ± ۴۵/۱۸	۰/۳۷۳ (۰/۰۴۴)	۰/۳۵۰ (۰/۰۴۹)	۰/۲۶۴ (۰/۰۶۹)
	Fz_{md}	۳۶۹/۱۴ ± ۴۴/۰۵	۳۸۱/۸۸ ± ۲۳/۵۹	۸۰/۴۷ ± ۳۳۲/۲۵	۴۴/۶۰ ± ۳۴۴/۶۶	۰/۳۹۸ (۰/۰۴۰)	۰/۰۵۹ (۰/۱۸۴)	۰/۹۹۱ (>۰/۰۰۱)
	Fz_{PO}	۵۲۸/۶۳ ± ۶۳/۲۸	۵۰۹/۲۲ ± ۶۶/۷۱	۴۷۶/۵۸ ± ۸۸/۱۵	۴۸۸/۹۴ ± ۴۴/۶۶	۰/۸۵۱ (۰/۰۰۲)	۰/۱۴۷ (۰/۱۱۳)	۰/۴۰۱ (۰/۰۳۹)
نرخ بارگذاری	عمودی	۸/۶۱ ± ۱/۷۴	۶/۸۷ ± ۰/۸۴	۱۰/۱۷ ± ۲/۸۹	۹/۱۷ ± ۳/۴۳	۰/۰۳۷× (۰/۲۲۰)	۰/۰۴۹× (۰/۱۹۹)	۰/۵۵۳ (۰/۰۲۰)
زمان اتکا	راه‌رفتن	۷۰۷/۴۵ ± ۷۷/۵۰	۶۰۹/۰۵ ± ۱۳۱/۷۵	۶۳۸/۸۷ ± ۱۱۴/۶۱	۵۹۴/۵۴ ± ۸۵/۱۲	۰/۰۳۳× (۰/۲۲۸)	۰/۲۵۱ (۰/۰۷۲)	۰/۳۹۴ (۰/۰۴۱)

×سطح معنی‌داری p<۰/۰۵

بحث و نتیجه‌گیری

هدف از پژوهش حاضر بررسی تأثیر تمرینات الگوی حرکتی بر متغیرهای فشار کف‌پایی در افراد مبتلا به کمردرد مزمن حین راه‌رفتن بود.

نتایج نشان داد اوج مؤلفه عمودی در مرحله برخورد پاشنه، اوج نیرو در استخوان کف‌پایی دوم و نرخ باگذاری عمودی در گروه تجربی در پس‌آزمون در مقایسه با پیش‌آزمون کمتر بود.

یزدانی و همکاران نشان دادند (۲۰۱۷) همگام راه‌رفتن، توزیع فشار کف‌پایی تحت تأثیر بیماری کمردرد قرار می‌گیرد (۲۰). لی و همکاران (۲۰۱۱) بیان کردند که الگوی راه‌رفتن در افراد دارای کمردرد مزمن با افراد سالم متفاوت است و این می‌تواند بر نیروهای وارده به افراد دارای کمردرد طی راه‌رفتن تأثیر منفی بگذارد (۲۱). ازآنجای که در این تحقیق همه‌ی افراد با سطحی یکسان و با پای‌برهنه گام برمی‌داشتند. می‌توان علت اصلی تغییر در اوج نیروی عمودی نیروهای عکس‌العمل زمین را در دامنه حرکتی مفاصل و اختلال در عملکرد عضلات دانست (۲۲). اندام تحتانی نقش مهمی در جذب نیروهای تماسی، دارند، که اختلال در آن می‌تواند الگوی تولید و جذب مقدار اوج نیرو را در نواحی ده‌گانه را تغییر دهد (۲۳).هرچند تمام سطح کف‌پایی که با زمین تماس دارد در معرض فشار قرار می‌گیرد، اما الگوی فشار اعمال‌شده بر کف پا با ساختار

نرمال نشان داده است که بیشترین بار و نیرو عمودی هنگام تماس با زمین بر پاشنه اعمال می‌شود. پس از پاشنه سر استخوان‌های کف‌پایی دوم و کف‌پایی سوم بیشترین نیرو را تحمل می‌کنند (۲۴). از آنجای که سومین استخوان کف‌پایی یکی از نواحی است که هنگام انتقال وزن و پیشروی بیشترین نقش را داد. بیشتر بودن اوج نیرو در دومین استخوان کف‌پایی به‌طورکلی در افراد کمردرد می‌تواند ناشی از ترس از به هم خوردن تعادل و سقوط باشد (۲۵) که این افراد برای حفظ تعادل، وزن بیشتری را موقع راه‌رفتن در ناحیه داخلی و مرکز پا تحمل می‌کنند. با استفاده تمرینات الگوی حرکتی این تحمل وزن در سومین استخوان کف پای کمتر شده است. ساختار و عملکرد مچ پا و پا به هنگام جذب نیرو و اعمال فشار، تأثیر زیادی روی بخش‌های بالا تنه دارد. به‌طور طبیعی پا نخستین اندامی است که در هنگام برخورد با زین ضمن کاستن از نیروهای عکس‌العمل زمین، از انتقال بخش زیادی از فشار به سایر اجزای زنجیره‌های حرکتی جلوگیری می‌کند (۲۶). به نظر می‌رسد تمرینات الگوی حرکتی با اثرگذاری مثبت بر اندام تحتانی و هماهنگی ایجادشده بین مفاصل باعث تغییر در گشتاور چرخشی ران و تیبیا شده و باعث کاهش اوج نیروی عمودی عکس‌العمل زمین در مرحله برخورد پاشنه و درنتیجه کاهش نرخ بارگذاری عمودی طی راه‌رفتن شده است (۲۷). همچنین به نظر می‌رسد تمرینات الگوی حرکتی با اتصال قوی بین پای اتکا در افراد دارای کمردرد و تنه که می‌تواند الگوی راه‌رفتن را در افراد مبتلا به بیماران کمردرد بهبود ببخشد. در تبیین دیگر می‌توان این‌طور بیان کرد که برای درمان کمردرد مزمن غیراختصاصی شواهدی قوی از تأثیر تمرینات درمانی گزارش شده است (۲۸، ۲۹). نتایج حاضر با یافته‌های رامسای و همکاران قابل‌مقایسه است که نشان دادند اجرای تمرینات مقاومتی شامل انواع تمرینات انفجاری با قدرت توپ مدیسین بال منجر به افزایش قدرت فوقانی شکمی به ترتیب به میزان ۴۲درصد و ۳۴درصد می‌شود، همسو بود (۳۰). نوون و همکاران نشان دادند که اجرای تمرینات قدرتی، در بیماران مبتلا به کمردرد مزمن دامنه فعالیت الکتریکی عضلات ناحیه پشتی را کاهش می‌دهد (۳۱). در تحقیق فیگنبام و همکاران، دانش‌آموزانی که در برنامه تمرینی با توپ مدیسین بال شرکت کردند، کاهش قابل‌توجه را در درد گزارش نمودند (۳۲). در مورد تأثیر تمرینات بر کاهش درد در گروه تمرینات حرکتی باید عنوان کرد پوسچر نامناسب بیماران مبتلابه کمردرد مزمن ممکن است به‌صورت جبرانی به دلیل درد به وجود آمده باشد که این باعث ایجاد فشارهای نامتقارن بر مفاصل مختلف به‌ویژه در ناحیه مهره‌های کمری می‌شود. در برخی از مطالعات نشان داده شده است بیماران کمردرد مزمن مرکز فشار ناشی از وزن خود را در حالت ایستاده بیشتر به سمت عقب متمایل می‌سازند و این وضعیت با افزایش لوردوز کمری و درنتیجه وارد شدن نیروهای به هم فشارنده نامتقارن بر سطوح مفصلی مهره و بر روی دیسک مرتبط بوده و احتمالاً موجب بیرون‌زدگی دیسک ازیک‌طرف و وارد ساختن فشار به ریشه‌های عصبی می‌شوند. تمرینات درمانی با افزایش قدرت، استقامت و تعادل عضلانی از مکانیک‌های بدنی غلط که منجر به خستگی می‌شوند، جلوگیری کرده و باعث کاهش درد کمر و آسیب می‌شود (۱۰). همچنین نتایج نشان داد اوج فشار در هیچ‌یک از متغیرها در پس‌آزمون در مقایسه با پیش‌آزمون در گروه تجربی معنی‌دار نبود.

نتایج نشان داد اوج نیروی عمودی در مرحله برخورد پاشنه و نرخ بارگذاری عمودی در بیماران مبتلا به کمردرد کاهش یافت. که این می‌تواند نقش مؤثر تمرینات الگوی حرکتی در بیماران مبتلا به کمردرد را به‌خوبی نشان دهد.

محدودیت‌های تحقیق:

پژوهش حاضر دارای محدودیت‌هایی بود که از آن جمله می‌توان به عدم وجود جنسیت مؤنث در نمونه آماری اشاره نمود. از سوی دیگر عدم ثبت هم‌زمان متغیرهای کینماتیکی و فعالیت الکترومایوگرافی عضلات از دیگر محدودیت‌های این پژوهش بود. همچنین در پژوهش حاضر سرعت راه‌رفتن به‌صورت خود انتخابی بود، کنترل نمودن عامل سرعت در مطالعات آینده می‌تواند به ادبیات پژوهش در ارتباط با اثرات کمردرد بر متغیرهای فشار کف‌پایی در افراد مبتلا به اطلاعات بیشتری را بیفزاید.

تشکر و قدردانی

از تمامی کسانی که ما را در اجرای این پژوهش یاری نمودند کمال تشکر را داریم.

پژوهش حاضر دارای کد اخلاق به شماره (IR.SBU.ICBS.۹۷/۱۰۱۴) بود.

پژوهش حاضر دارای کد کارآزمایی بالینی به شماره (IRCT20181024041444N1) بود. این پژوهش در آزمایشگاه مرکز سلامت و تندرستی دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی دانشگاه محقق اردبیلی اجرا شد.

تأمین مالی پژوهش حاضر از طرف دانشگاه محقق اربیلی انجام شد.

References:

1. Bonab M, Colak TK, Toktas ZO, Konya D. Assessment of spatiotemporal gait parameters in patients with lumbar disc herniation and patients with chronic mechanical low back pain. Turk Neurosurg 2020;30(2):277-84.
2. Geurts JW, Willems PC, Kallewaard J-W ,van Kleef M, Dirksen C. The impact of chronic discogenic low back pain: costs and patients' burden. Pain Res Manag 2018; 4696180.
3. Will JS, Bury DC, Miller JA. Mechanical low back pain. Am Fam Physician 2018;98(7):421-8.
4. Dehghan M, Ahmadi A, Jalili S. A study of pain and anxiety/depression severity on patients with nonspecific chronic low back pain. J Shahrekord Univ Med Sci 2018;20(3):9-19.
5. Meucci RD, Fassa AG, Faria NMX. Prevalence of chronic low back pain: systematic review. Rev Saude Publica 2015;49:73-89.
6. Chou R, Fu R, Carrino JA, Deyo RA. Imaging strategies for low-back pain: systematic review and meta-analysis. Lancet 2009;373(9662):463-72.
7. Lehtola V, Luomajoki H, Leinonen V, Gibbons S, Airaksinen O. Efficacy of movement control exercises versus general exercises on recurrent sub-acute nonspecific low back pain in a sub-group of patients with movement control dysfunction. Protocol of a randomized controlled trial. BMC Musculoskelet Disord 2012;13(1):55. Available from: http://dx.doi.org/10.1186/1471-2474-13-55.
8. Hoy D, Brooks P, Blyth F, Buchbinder R. The epidemiology of low back pain. Best Pract Res Clin Rheumatol. 2010;24(6):769-81.
9. Marras WS, Wongsam P. Flexibility and velocity of the normal and impaired lumbar spine. Arch Phys Med 1986;67(4):213-7.
11. Hall L, Tsao H, MacDonald D, Coppieters M, Hodges PW. Immediate effects of co-contraction training on motor control of the trunk muscles in people with recurrent low back pain. J Electromyogr Kinesiol 2009;19(5):763-73.
11. Vickers NJ. Animal communication: when i'm calling you, will you answer too? Curr Biol 2017;27(14):R713-R5.
12. Fanucchi GL, Stewart A, Jordaan R, Becker P. Exercise reduces the intensity and prevalence of low back pain in 12–13 year old children: a randomised trial. J Physiother 2009;55(2):97-104.
13. Arooji A, Shoajaadin S, Latafatkar A, Jafarnezhadgero AA. The effect of movement pattern training on pain, muscle responses, and selected landing kinematics in men with nonspecific chronic low back pain. Master Thesis. Kharazmi University. 2018.
14. Faul F, Erdfelder E. GPOWER: A priori, post-hoc, and compromise power analyses for MS-DOS [Computer program]. Bonn, FRG :Bonn University, Department of Psychology. 1992.
15. Kang H. Statistical messages from ARRIVE 2.0 guidelines. Korean J Pain 2021;34(1):1-3.
16. Jafarnezhadgero AA, Oliveira AS, Mousavi SH, Madadi-Shad M. Combining valgus knee brace and lateral foot wedges reduces external forces and moments in osteoarthritis patients. Gait Posture 2018;59:104-10.
17. Jafarnezhadgero A, Fatollahi A, Amirzadeh N, Siahkouhian M, Granacher U. Ground reaction forces and muscle activity while walking on sand versus stable ground in individuals with pronated feet compared with healthy controls. PloS One 2019;14(9):e0223219.
18. Jafarnezhadgero A, Alavi-Mehr SM, Granacher U. Effects of anti-pronation shoes on lower limb kinematics and kinetics in female runners with pronated feet: The role of physical fatigue. PloS One 2019;14(5):e0216818.
19. Farahpour N, Jafarnezhad A, Damavandi M, Bakhtiari A, Allard P. Gait ground reaction force characteristics of low back pain patients with pronated foot and able-bodied individuals with and

between mechanical low back pain and foot overpronation in patients referred to Hazrat Rasool Hospital. Pars J Med Sci 2016;14(4):51-61.

27. Abboud R. (i) Relevant foot biomechanics. Curr Orthop 2002;16(3):165-79.
28. Shakeri A, Sokhangoei Y, Shojaedin S, Hoseini Y. Comparison between the effect of three methods of massage therapy, stability exercise and combination exercise on dynamic stability in patients with chronic non-specific low back pain during sitting to standing tasks. J Anesth Pain 2015;6(1):42-53.
29. Yarahmadi Y, Hadadnezhad M. The effect of core stabilization on pain control, Dynamic balance and lumbopelvic proprioception of subjects with non-specific chronic low back pain. J Anesth Pain 2017;8(1):54-66.
30. Kofotolis N, Kellis E. Effects of two 4-week proprioceptive neuromuscular facilitation programs on muscle endurance, flexibility, and functional performance in women with chronic low back pain. Phys Ther 2006;86(7):1001-12.
31. Ramsay JA, Blimkie C, Smith K, Garner S, MacDougall JD, Sale DG. Strength training effects in prepubescent boys. Med Sci Sports Exerc 1990;22(5):605-14.
32. Nouwen A, Van Akkerveeken PF, Versloot JM. Patterns of muscular activity during movement in patients with chronic low-back pain. Spine 1987;12(8):777-82.

without foot pronation. J Biomech 2016;49(9):1705-10.

20. Yazdani S, Dizaji E, Alizadeh F, Meamar R. Comparison of plantar peak pressure and time to peak pressure during normal walking between females with genu recurvatum and healthy controls. J Kurdistan Univ Med Sci 2017;21(4):107-17.
21. Lee JH, Fell DW, Kim K. Plantar pressure distribution during walking: comparison of subjects with and without chronic low back pain. J Phys Ther Sci 2011;23(6):923-6.
22. Brown C, Padua D, Marshall SW, Guskiewicz K. Individuals with mechanical ankle instability exhibit different motion patterns than those with functional ankle instability and ankle sprain copers. Clin Biomech 2008;23(6):822-31.
23. Payandeh M, Khoshraftr Yazdi N, Ebrahimi Atri A, Damavandi M. Evaluation of the Horizontal Components Ground Reaction Force During Gait of Children with Flat Foot. J Para Med Sci Rehab 2015;4(2):15-23.
24. Cavanagh PR, Rodgers MM, liboshi A. Pressure distribution under symptom-free feet during barefoot standing. Foot Ankle 1987;7(5):262-78.
25. Patino CM, McKean-Cowdin R, Azen SP, Allison JC, Choudhury F, Varma R. Central and peripheral visual impairment and the risk of falls and falls with injury. Ophthal 2010;117(2):199-206.
26. Moezy A, Malaie S, Dadgostar H. The correlation

Original Article

THE EFFECT OF A SPECEFIC TRAINING COURSE ON PLANTAR PRESSURE VARIABLES IN PEOPLE WITH CHRONIC LOW BACK PAIN DURING WALKING

AmirAli Jafarnezhadgero[1], Afshiin Oroujī[2], Karim Najafiyengeja[3], Zahra behrouzi[4]

Received: 24 March, 2021; Accepted: 08 April, 2023

Abstract

Background & Aim: Low back pain refers to a pain felt in the lumbar and sacrum regions of the spine. The aim of this study was to investigate the effect of movement pattern exercises on plantar pressure variables in people with chronic low back pain during walking.

Materials & Methods: The present study was a quasi-experimental study with a pre-test and post-test design along with a control group. The study subjects, who were selected from the clients of the health and wellness center of Mohaghegh Ardabili University, Ardabil, Iran, were randomly divided into 10 people with chronic back pain (experimental group) and 10 people with back pain (control group). The subjects of the experimental group performed movement pattern exercises for 6 weeks, but the control group did not perform any exercises during this period of 6 weeks. Plantar pressure values were recorded during pre-test and post-test by foot scan device (sampling rate: 300 Hz). Two-way analysis of variance was used for statistical analysis of data. All analysis was done at significant level of 0.05 with SPSS 22 software.

***Results*:** Results showed that the peak of the vertical component at the heel contact ($p = 0.009$) and the vertical loading rate ($p = 0.013$) in the experimental group during post-test was lower compared to the pre-test. Pairwise comparison showed that the peak force in the second metatarsal bone in the experimental group was lower in the post-test compared to the pre-test ($p=0.018$).

Address: Deprtment of Sport Managements and Biomechanics, Faculty of Educational Sciences and Psychology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil
Tel: +989105146214
Email: amiralijafarnezhad@gmail.com

SOURCE: STUD MED SCI 2023: 33(10): 748 ISSN: 2717-008X

Copyright © 2023 Studies in Medical Sciences

This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-noncommercial 4.0 International License which permits copy and redistribute the material just in noncommercial usages, as long as the original work is properly cited.

[1] Associate Proffssor Sport Biomechanics, Deprtment of Sport Managements and Biomechanics, Faculty of Educational Sciences and Psychology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran (Corresponding Author)
[2] M.Sc in Corrective Exercise and Sport Injuries, School of Physical Education and Sport Sciences, University of Kharazmi, Theran, Iran.
[3] MSc in Sport Biomechanics, Faculty of Educational Sciences and Psychology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran
[4] MSc in Sport Biomechanics, Faculty of Educational Sciences and Psychology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran