



ارزیابی پارامترهای فضایی - زمانی در بیماران مبتلا به کمردرد مزمن غیراختصاصی با و بدون پای پرونیت طی راه رفتن

ملیحه براز^۱، نادر فرهپور^{۲*}، محمدتقی کریمی^۳، محمدرضا رضایی^۴

۱. دانشجوی دکترای بیومکانیک ورزشی، دانشگاه بوعلی سینا همدان، همدان، ایران
۲. استاد گروه بیومکانیک ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه بوعلی سینا همدان، همدان، ایران
۳. استاد گروه ارتوپد فنی، مرکز توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی شیراز، شیراز، ایران
۴. کارشناسی ارشد دانشکده توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران

مقاله پژوهشی

دریافت ۶ آبان ۱۳۹۹؛ پذیرش ۲۷ بهمن ۱۳۹۹

واژگان کلیدی

پارامترهای فضایی - زمانی

کمردرد مزمن غیراختصاصی

پرونیشن اضافی پا

پای برهنه

چکیده

زمینه و هدف: تأثیر متقابل بین ساختار پا و الگوی راه رفتن مورد تأکید محققین قرار گرفته است اما این اثر در بیماران کمردرد تبیین نشده است. بنابراین هدف از این مطالعه ارزیابی پارامترهای فضایی - زمانی در بیماران مبتلا به کمردرد مزمن غیراختصاصی با و بدون پای پرونیت طی راه رفتن است.

روش بررسی: در این مطالعه نیمه تجربی، به صورت داوطلبانه تعداد ۱۰ نفر برای هر یک از گروه‌های سالم، بیماران کمردرد با پای طبیعی و پرونیت انتخاب شدند. سیستم تصویربرداری وایکان برای اندازه‌گیری متغیرهای فضایی - زمانی راه رفتن با سرعت دلخواه بدون کفش استفاده شد.

یافته‌ها: یافته‌ها نشان داد سرعت راه رفتن در هر دو گروه کمردرد با و بدون پای پرونیت نسبت به گروه سالم کمتر است ($p < 0.05$). طول گام و قدم در گروه کمردرد با پای طبیعی، از سایر گروه‌ها کمتر است ($p < 0.05$). زمان فاز حمایت دوگانه در گروه کمردرد با پای طبیعی از گروه سالم بزرگتر است ($p < 0.05$). همچنین عرض گام‌برداری و زمان چرخه در گروه کمردرد با پای پرونیت از گروه سالم بزرگتر است ($p < 0.05$).

نتیجه‌گیری: به نظر می‌رسد متغیرهای فضایی - زمانی در گروه‌های کمردرد تحت تأثیر ساختار پا قرار دارند. نتایج حاضر نشان داد در گروه کمردرد با پای طبیعی، کاهش سرعت راه رفتن با افزایش زمان فاز حمایت دوگانه، کاهش طول گام و طول قدم همراه است. همچنین در گروه کمردرد با پای پرونیت، کاهش سرعت راه رفتن با افزایش زمان چرخه و عرض گام همراه است. بهتر است برنامه‌های تمرینی و توانبخشی با توجه به ساختار پا برای بیماران کمردرد بهینه سازی شود.

مقدمه

کمردرد به خاطر شیوع بسیار بالا و هزینه اقتصادی سنگین ناشی از آن مورد توجه جامعه پزشکی، محققین و مدیران قرار گرفته است (گرین، چولوتسکی، نگوین و رادایبل، ۲۰۰۱: ۷۵۹؛ بناب، کولاک، توکاس و کونای، ۲۰۲۰: ۲۷۹). با این حال در ۶۰ تا ۹۰ درصد از این بیماران علت اصلی و مکانیزم بروز آن مشخص نیست (هارت، دیو و چرکن، ۱۹۹۵: ۱۱). چند عامل بیومکانیکی از جمله ناهنجاری‌های ساختاری یا مانند نابرابری طول پا (گری، ۲۰۰۲: ۱۹۵)، کف پای صاف و یا پرونیشن بیش از حد پا (منز، دیوفور، دمیرل، اونا، اوز، ازلیس و اولگر، ۲۰۲۰: ۲۲۷۵ و د سیلس، لویز و مارت، ۲۰۰۹: ۷) و همچنین ناهنجاری‌های ستون فقرات نظیر سفتی مفاصل و ضعف عضلات ستون فقرات (د سیلس و همکاران، ۲۰۰۹: ۷) از عوامل مرتبط در بروز کمردرد معرفی شده‌اند.

مطالعات نشان داده‌اند که بین پرونیشن عملکردی پا و کمردرد تأثیر متقابل وجود دارد (منز و همکاران، ۲۰۲۰: ۲۲۷۵). با توجه به اینکه شکل پا و یا ساختار مفاصل اندام تحتانی بر روی نیروی بین مفصلی اثرگذار است (فرهپور، جعفرنژاد، دماوندی، بختیاری و آلود، ۲۰۱۶: ۱۷۰۸). بروز هر نوع ناهنجاری در این مفاصل ممکن است از طریق ایجاد تغییر در نیروی عکس‌العمل زمین که بر کمردرد وارد می‌شود در کمردرد تحت تأثیر قرار دهد.

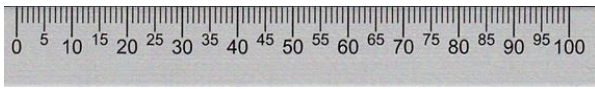
بسیاری از محققان به‌طور خاص پارامترهای مکانی-زمانی هنگام راه رفتن در افراد سالم و کمردرد را مورد بررسی قرار داده‌اند. در این خصوص یافته‌های مطالعات مختلف باهم سازگاری ندارد. به‌طوری‌که در برخی مطالعات نشان داده شده است که افراد مبتلا به کمردرد، سرعت راه رفتن (بناب و همکاران، ۲۰۲۰: ۲۷۹؛ بارزیلای، سگال، لوتن، رگو و بیر، ۲۰۱۶: ۲۷۶۴؛ و ابراهیمی، کمالی، رازقی و حق‌پناه، ۲۰۱۷: ۵۹)، تواتر گام‌برداری (بناب و همکاران، ۲۰۲۰: ۲۷۹ و بارزیلای و همکاران، ۲۰۱۶: ۲۷۶۴)، طول قدم (بناب و همکاران، ۲۰۲۰: ۲۸۰، بارزیلای و همکاران، ۲۰۱۶: ۲۷۶۴ و دمیرل و همکاران، ۲۰۲۰: ۶) و طول گام (بناب و همکاران، ۲۰۲۰: ۲۸۰ و دمیرل و همکاران، ۲۰۲۰: ۶) کمتر و همچنین زمان نوسان، قدم و گام‌برداری (بناب و همکاران، ۲۰۲۰: ۲۷۹) بزرگتری نسبت به افراد سالم دارند. در حالی‌که برخی مطالعات دیگر بیان کردند که در

مقایسه گروه کمردرد با گروه سالم بین متغیرهای سرعت گام‌برداری (رحیمی، نوربخش، حسینی و فرقانی، ۲۰۲۰: ۳؛ بالاسکومورا، گتلیب و اسپرینگر، ۲۰۲۰: ۳؛ فرهپور، جعفرنژاد، دماوندی، بختیاری و آلود، ۲۰۱۶: ۱۷۰۸؛ گومباتو، بروک، دلورک، جونز و مادن، ۲۰۱۵: ۳ و زهرایی، کریمی، مستند، فتوعی، ۲۰۱۴: ۴)، تواتر گام‌برداری (زهرایی، ۲۰۱۴: ۴ و بالاسکومورا و همکاران، ۲۰۲۰: ۳)، زمان قدم (فرهپور، ۲۰۱۶: ۱۷۰۸ و دمیرل و همکاران، ۲۰۲۰: ۶)، زمان چرخه (دمیرل و همکاران، ۲۰۲۰: ۶ و گومباتو و همکاران، ۲۰۱۵: ۳) و زمان نوسان (دمیرل و همکاران، ۲۰۲۰: ۶) تفاوت معنی‌داری یافت نشد.

علی‌رغم مطالعات زیاد در این زمینه، مطالعاتی که در آن شکل پای بیمار از نظر پرونیشن/ سوپینیشن مورد توجه و کنترل قرار گرفته باشد بسیار اندک است. در برخی از گزارش‌های پیشین محدودیت‌هایی دیده می‌شود که می‌تواند تعمیم یافته‌های این تحقیقات را مورد سؤال قرار دهند. برخی از این محدودیت‌ها عبارتند از ارائه اطلاعات ناقص در زمینه متدولوژی تحقیق، عدم نرمالسازی داده‌ها برای حذف اثر عامل اثرگذار مانند قد و وزن و یا اینکه پارامترهای راه رفتن روی تردمیل مورد بررسی قرار گرفته است. بدیهی است مکانیزم راه رفتن روی تردمیل با راه رفتن روی زمین متفاوت است و نمی‌توان نتایج آنها را به هم تعمیم داد. همچنین تنها به برخی از متغیرهای فضایی-زمانی اشاره نموده‌اند. در مطالعات قبلی، پارامتر عرض گام برداری افراد کمردرد مزمن در مقایسه با گروه سالم گزارش نشده است.

با توجه به ارتباط بین پارامترهای فضایی-زمانی راه رفتن با مقدار اندازه حرکت و نیروی مکانیکی وارد بر مفاصل کمری-لگنی به‌نظر می‌رسد دسترسی به مشخصات پارامترهای فضایی-زمانی بیماران کمردرد هنگام راه رفتن و نیز شناسایی تغییرات ناشی از پرونیشن اضافی پا بر این متغیرها می‌تواند در تبیین مکانیزم کمردرد و توانبخشی آن مؤثر باشد. هدف از اجرای این پژوهش شناسایی و مقایسه پارامترهای فضایی-زمانی راه رفتن بیماران کمردرد با پای پرونیته، بیماران کمردرد با پای طبیعی و افراد سالم هنگام راه رفتن عادی با سرعت دلخواه است. فرضیه‌های این تحقیق عبارتند از بررسی متغیرهای فضایی-زمانی راه رفتن در گروه‌های کمردرد در مقایسه با گروه سالم و

درد متوسط و از ۷۰ به بالا درد شدید در نظر گرفته شد (کاشیکار، کیف، کورنگوت و کاونوی، ۱۹۹۷: ۱۷۰).



شکل ۱: پرسشنامه مقیاس بصری سنجش درد (VAS)

برای اندازه‌گیری متغیرهای کینماتیکی از سیستم وایکان با ۴ دوربین سری T با فرکانس نمونه‌برداری ۱۰۰ هرتز استفاده شد. (Vicon 18 Motion Capture System, 2014. <http://www.vicon.com/>; Di Marco et al., 2016) تعداد ۳۵ مارکر پسیو منعکس کننده نور با قطر ۱۵ میلی‌متر برای اندازه‌گیری کینماتیکی و متغیرهای فضایی - زمانی استفاده شد. برای شناسایی اندام‌ها از مدل Gait2392 موجود در نرم‌افزار Opensim 4.0، شامل ۳۵ مارکر استفاده شد. بر اساس مدل پلاگ این گیت^۲ دو عدد مارکر روی زوائد آخرومی، اپی‌کنیدیل خارجی آرنج، زند زیرین، زند زیرین، سرمتاکارپال سوم، خارخاصره قدامی، خارخاصره خلفی، کنیدیل خارجی ران، قوزک خارجی، پاشنه، سرمتاتارسال دوم، استخوان ران، ساق، بازو، ساعد در سمت چپ و راست و یک عدد مارکر بین استخوان ترقوه، دسته جناغ، مهره دهم پشتی و کتف راست نصب گردید. بر این اساس داده‌های موقعیت مارکر نتایج مربوط به متغیرهای فضایی شامل طول قدم، طول گام و عرض گام برداری محاسبه شد.

همچنین دو عدد صفحه نیرو مدل کیسلر (Kistler AG, Winterthur, Switzerland) با فرکانس ۱۰۰۰ هرتز برای تعیین لحظه تماس پا با زمین و لحظه جدا شدن آن به منظور اندازه‌گیری متغیرهای زمانی استفاده شد.

از آزمودنی‌ها خواسته شد با یک سرعت دلخواه و پای برهنه راه رفتن عادی خود را در پنج تکرار نشان دهند. متغیرهای سرعت، تواتر، زمان چرخه، زمان قدم، زمان فاز نوسان، زمان فاز استقرار، زمان فاز استقرار تک پا، زمان فاز حمایت دوگانه، درصد فاز استقرار تک پا، درصد فاز نوسان، درصد فاز حمایت دوگانه، طول گام، طول قدم و عرض گام برداری از راه رفتن افراد استخراج و مورد مقایسه قرار گرفتند. داده‌های درصد فاز استقرار تک پا، درصد فاز نوسان و درصد فاز حمایت دوگانه براساس طول زمان چرخه

بررسی میزان تغییرات این شاخص‌ها بین گروه‌های کم‌درد با و بدون پای پرونیت است.

مواد و روش‌ها

تحقیق حاضر به صورت توصیفی - آزمایشگاهی می‌باشد. آزمودنی‌ها شامل سه گروه سالم (شاهد)، کم‌درد با پای طبیعی (تجربی I) و کم‌درد با پای پرونیت (تجربی II) است. مشخصات شرکت‌کنندگان به تفکیک گروه شامل دامنه سنی، قد، وزن، BMI و مقیاس بصری درد در جدول ۱ آمده است. بیماران کم‌درد به صورت داوطلبانه از بین مراجعه‌کنندگان به کلینیک‌های فیزیوتراپی شهر همدان انتخاب شدند. با استفاده از نرم‌افزار آن لاین G POWER براساس اطلاعات مطالعات قبلی و مبتنی بر آنالیز واریانس با $\alpha=0/05$ ، توان آماری ۰/۸، اندازه اثر ۰/۸ با مقایسه سه گروه، تعداد لازم برای هر گروه ۱۰ نفر تخمین زده شد (شریف مرادی، کریمی و زهرایی، ۱۳۹۷: ۹).

معیار ورود شامل: ۱- افراد با دامنه سنی ۲۵ تا ۳۵ سال؛ ۲- دارا بودن درد مزمن به علت ناشناخته حداقل ۳ ماه در ناحیه کمر (شریف‌مرادی و همکاران، ۱۳۹۷: ۱۰)؛ ۳- کم‌درد با سطح درد متوسط روزانه بیش از ۳۰ میلی‌متر. برای گروه کم‌درد با پای پرونیت علاوه بر موارد فوق، داشتن بیش از ۱۰ میلی‌متر افت استخوان ناوی هنگام ایستادن در وضعیت آناتومیکی در نظر گرفته شد (فرهپور و همکاران، ۲۰۱۶: ۵). شرایط پذیرش گروه سالم برخوردار از سیستم عضلانی - اسکلتی طبیعی بدون هیچ‌گونه ناهنجاری اسکلتی یا عارضه درد بود. معیار خروج افراد شامل، سابقه جراحی، آسیب دیسک، شکستگی مهره و یا نارسایی سیستم عصبی عضلانی و همچنین وجود ناهنجاری‌های عضلانی اسکلتی و اختلاف طول اندام تحتانی بودند.

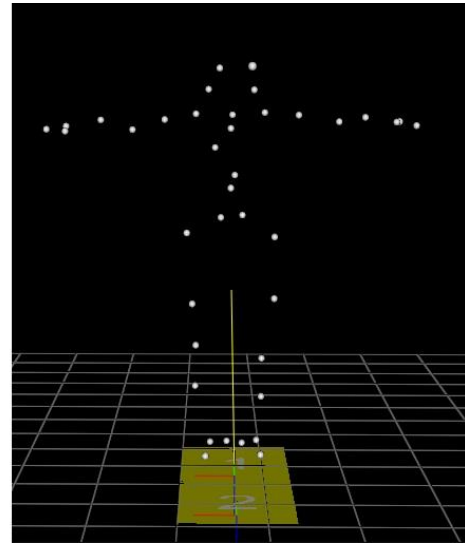
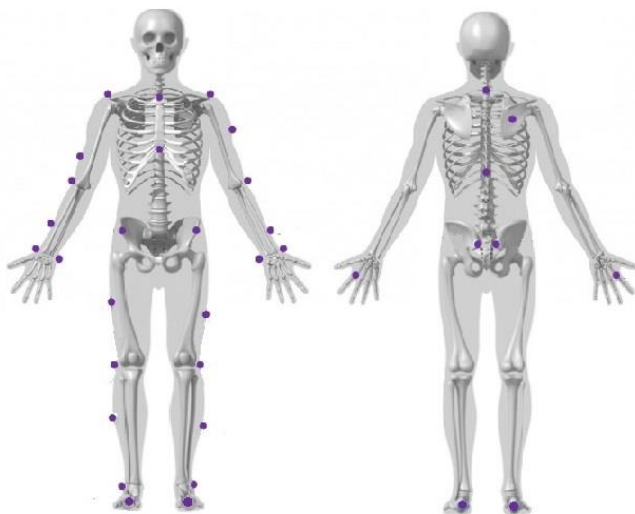
ابتدا تمام مراحل آزمون به شرکت‌کنندگان در تحقیق توضیح داده شد و فرم رضایت‌نامه کتبی برای شرکت در تست‌ها از آنها اخذ شد. پیش از شروع آزمایش از شرکت‌کنندگان پرسشنامه مقیاس بصری سنجش درد^۱ گرفته شد. امتیازگذاری در این پرسشنامه به این ترتیب بود که در یک ردیف ۱۰ سانتی‌متر از صفر تا ۱۰۰ شماره‌گذاری شده بود (شکل ۱)، سپس هر فرد میزان درد خود را مشخص می‌کرد. میزان درد برای نمره ۲ تا ۴۰ درد خفیف، از نمره ۴۱ تا ۷۰

2. plug un gait

1. visual analogue scale

عرض گام برداری با قد شرکت کنندگان نرمال سازی شدند.

محاسبه شد. همچنین داده‌های طول گام، طول قدم و



شکل ۲: محل نصب مارکرها

زمانی راه رفتن سه گروه دارای کمردرد پای طبیعی، کمردرد با پای پرونیت و گروه سالم در جدول ۲ نشان داده شده است. نتایج تحلیل واریانس سرعت راه رفتن در سه گروه نشان داد که بین گروه‌ها اختلاف معناداری وجود دارد ($F(2,27)=5/36$ و $p=0/01$ ، $\eta^2=0/28$)، توکی جهت پیگیری اختلاف بین گروه‌ها استفاده شد که نتایج این آزمون نشان داد میانگین سرعت راه رفتن در گروه تجربی I و تجربی II به ترتیب ۹/۳ درصد ($p=0/02$) و ۸/۹ درصد ($p=0/03$) کمتر از گروه شاهد است. اما در مقدار میانگین سرعت راه رفتن، بین گروه‌های کمردرد تفاوت معناداری مشاهده نشد ($p>0/05$).

تحلیل واریانس میانگین طول گام ($p=0/01$ ، $\eta^2=0/29$) و طول قدم ($p=0/002$ ، $\eta^2=0/35$) و $F(2,27)=5/43$ و $F(2,27)=7/52$ در سه گروه نشان داد که بین گروه‌ها اختلاف معناداری وجود دارد. به طوری که نتایج آزمون تعقیبی نشان داد طول گام و طول قدم گروه تجربی I به ترتیب ۶/۲ درصد ($p=0/044$) و ۳/۹ درصد ($p=0/003$) از گروه شاهد و ۷/۳ درصد ($p=0/01$) و ۳/۲ درصد ($p=0/017$) از گروه تجربی II کمتر است. ولی بین گروه تجربی II و گروه شاهد در میانگین طول گام و طول قدم تفاوت معناداری مشاهده نشد ($p>0/05$).

ابتدا نرمال بودن توزیع داده‌ها با استفاده از آزمون شاپیروویلک^۱ مورد بررسی قرار گرفت. با استفاده از آزمون مانوا^۲ و تست تعقیبی توکی^۳ با ضریب اصلاح بونفرونی^۴ با سطح معناداری ($p<0/05$) تفاوت بین گروهی آزمودنی‌ها سنجیده شدند. همچنین اندازه اثر^۵ با استفاده از مربع اتای جزئی^۶ یا ضریب اتا η^2 (توان پایین=0/01، متوسط=0/06 و بالا=0/14) محاسبه شد (فریتز، موریس و ریچلر، ۲۰۱۲: ۱۰). به منظور تحلیل آماری از نرم‌افزار spss نسخه ۲۲ استفاده شد.

یافته‌ها

مشخصات شرکت کنندگان شامل قد، وزن، سن، شاخص توده بدن^۷ و مقیاس بصری درد (VAS) برای بیماران در جدول ۱ آمده است. همان‌طور که در جدول ۱ مشاهده می‌گردد، بین گروه‌های مختلف در مقادیر قد، وزن، سن و شاخص توده بدن تفاوت معناداری مشاهده نشد ($p>0/05$). همچنین میزان شاخص درد در گروه تجربی I و تجربی II تفاوت معناداری نداشت ($p>0/05$).

مقادیر میانگین و انحراف استاندارد پارامترهای فضایی -

1. Shapiro-wilk
2. Manova
3. Tukey
4. Bonferroni
5. Partial eta-squared
6. Partial Eta Squared
7. BMI

جدول ۱: میانگین و انحراف معیار ویژگی‌های شرکت کنندگان در سه گروه شاهد، تجربی I و تجربی II طی راه رفتن

متغیرهای	شاهد	تجربی I	تجربی II	p
تعداد (مرد - زن)	(۶-۴)	(۶-۴)	(۶-۴)	-
سن (سال)	۳۱/۱±۲/۱	۳۲/۶±۳/۷	۳۰/۹±۴/۶	۰/۸۹
قد (متر)	۱/۶۹±۰/۱۸	۱/۶۶±۰/۱۷	۱/۶۹±۰/۱۵	۰/۵۵
وزن (نیوتن)	۶۹۰/۹±۵۲/۱	۶۸۰/۶±۴۵/۲	۶۷۸/۴±۵۴/۵	۰/۷۴
شاخص توده بدن	۲۵/۹±۴/۱	۲۵/۴±۳/۷	۲۴/۶±۴/۲	۰/۰۶
مقیاس بصری درد	-	۴۵/۳±۴/۱	۴۷/۴±۳/۷	۰/۶

گام‌برداری و زمان چرخه بین سایر گروه‌ها تفاوت معناداری مشاهده نشد ($p > 0.05$).

همچنین در مقدار میانگین زمان حمایت دوگانه بین گروه‌ها اختلاف معناداری وجود داشت ($\eta^2 = 0.21$)، $F(2,27) = 3.76$ و $p = 0.036$. نتیجه آزمون تعقیبی نشان داد که میانگین زمان حمایت دوگانه گروه تجربی I ۱۸ درصد بزرگ‌تر از گروه شاهد بود ($p = 0.047$).

نتایج مقایسه میانگین عرض گام‌برداری ($\eta^2 = 0.29$)، $F(2,27) = 5.67$ و $p = 0.008$ و زمان چرخه ($\eta^2 = 0.2$)، $F(2,27) = 3.36$ و $p = 0.049$ در سه گروه نشان داد که بین گروه‌ها اختلاف معناداری وجود دارد. به‌طوری‌که میانگین مقدار عرض گام‌برداری و زمان چرخه در گروه تجربی II به ترتیب ۰/۹ درصد ($p = 0.007$) و ۶/۶ درصد ($p = 0.045$) بیشتر از گروه شاهد است. اما بین اختلاف میانگین عرض

جدول ۲: میانگین و انحراف معیار متغیرهای فضایی - زمانی در سه گروه شاهد، تجربی I و تجربی II طی راه رفتن با پای برهنه

متغیرهای	شاهد	تجربی I	تجربی II	آماره F	معناداری P	تست تعقیبی توکی	ضریب اتا
سرعت (سانتیمتر/ثانیه)	۱۱۵/۵±۸/۸	۱۰۴/۷±۷/۴	۱۰۵/۲±۸/۷	۵/۳۶	۰/۰۱	(a): ۰/۰۲ ; (b): ۰/۰۳	۰/۲۸
تواتر (تعداد قدم/دقیقه)	۱۰۳/۱±۱۲/۲	۱۰۷/۶±۱۰/۱	۱۰۵/۵±۱۱/۳	۰/۴۰	۰/۴۳	۰/۴۳	۰/۰۲
طول گام (طول گام/ طول قدم)	۷۵/۷±۴/۲	۶۹/۵±۴/۳	۷۶/۸±۷/۲	۵/۴۳	۰/۰۱	(a): ۰/۰۴۴ ; (b): ۰/۰۱	۰/۲۹
زمان چرخه (صدم ثانیه)	۱۱۲/۳±۷/۳	۱۱۶/۱±۷/۱	۱۲۰/۴±۷/۲	۳/۳۶	۰/۰۴۹	۰/۰۴۵: (c)	۰/۲
طول قدم (طول قدم/ طول قدم)	۳۷/۷±۲/۹	۳۳/۸±۲/۱	۳۷/۰±۲/۱	۷/۵۲	۰/۰۲	(a): ۰/۰۰۳ ; (b): ۰/۰۱۷	۰/۳۵
زمان قدم صدم ثانیه)	۵۹/۴±۷/۱	۵۶/۱±۵/۴	۵۸/۷±۶/۶	۰/۷۳	۰/۳۴	۰/۳۴	۰/۰۵۱
عرض گام-برداری (عرض گام/ طول قدم)	۳/۷±۰/۷	۴/۰±۰/۵	۴/۶±۰/۶	۵/۶۷	۰/۰۰۸	۰/۰۰۷: (c)	۰/۲۹
زمان فاز نوسان (صدم-ثانیه)	۴۲/۱±۴/۸	۴۲/۰±۳/۴	۴۴/۵±۴/۵	۱/۰۹	۰/۴۱	۰/۴۱	۰/۰۷
زمان فازاستقرار (صدم-ثانیه)	۷۱/۲±۹/۱	۷۴/۶±۷/۵	۷۵/۳±۹/۲	۰/۶۴	۰/۳۳	۰/۳۳	۰/۰۴
زمان فازاستقرار تک پا (صدم-ثانیه)	۴۲/۵±۶/۹	۴۱/۱±۴/۵	۴۴/۷±۵/۲	۱/۱۰	۰/۲۶	۰/۲۶	۰/۰۷
زمان فاز حمایت دوگانه (صدم-ثانیه)	۱۳/۹±۲/۴	۱۷/۳±۳/۱	۱۶/۷±۳/۳	۳/۷۶	۰/۰۳۶	۰/۰۴۷: (a)	۰/۲۱

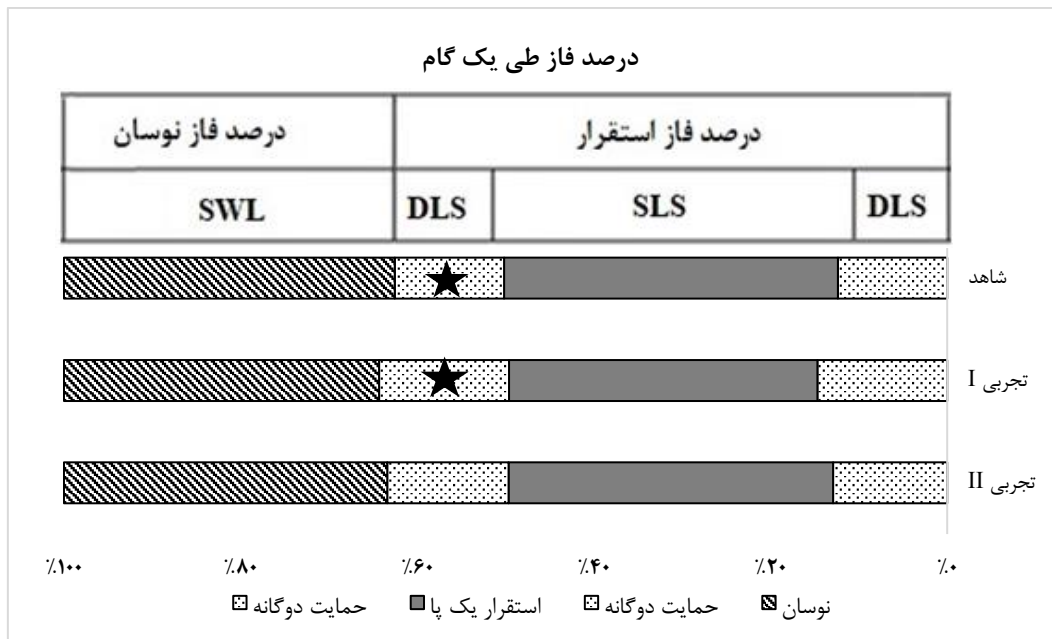
(a) تفاوت معنادار بین گروه شاهد و گروه تجربی I

(b) تفاوت بین گروه تجربی II و تجربی I

(c) تفاوت بین گروه شاهد و گروه تجربی II

به‌صورت معناداری بزرگ‌تر از گروه شاهد بود ($p = 0.016$). اما در مقدار میانگین زمان حمایت دوگانه و درصد فاز حمایت دوگانه بین سایر گروه‌ها تفاوت معناداری مشاهده نشد ($p > 0.05$).

در نمودار ۱ اطلاعات مربوط به درصد فاز گام‌برداری برای سه گروه آمده است. نتایج نشان داد که در مقدار درصد فاز حمایت دوگانه بین گروه‌ها اختلاف معناداری وجود دارد ($\eta^2 = 0.26$)، $F(2,27) = 4.93$ و $p = 0.014$. به طوری‌که درصد فاز حمایت دوگانه گروه تجربی I ۲/۳ درصد



نمودار ۱: تقسیم‌بندی چرخه راه رفتن براساس زمان چرخه شامل سه فاز: استقرار یک پا (SLS)؛ حمایت دوگانه (DLS)؛ نوسان (SWS) در سه گروه شاهد، تجربی I و تجربی II طی راه رفتن با پای برهنه

بحث

هدف از تحقیق حاضر مقایسه پارامترهای فضایی- زمانی راه رفتن بین گروه کمردرد با پاهای طبیعی، کمردرد با پای پرونیت و گروه سالم بود. نتایج این پژوهش نشان داد در گروه کمردرد با پای طبیعی سرعت گام‌برداری کمتر، طول گام، طول قدم کوتاه‌تر، زمان و درصد فاز حمایت دوگانه بزرگ‌تر از گروه سالم بود. گروه کمردرد با پای پرونیت سرعت گام‌برداری کمتر، زمان چرخه و عرض گام‌برداری بزرگ‌تر در مقایسه با گروه سالم داشت. طول گام و طول قدم گروه کمردرد با پای پرونیت بیشتر از گروه کمردرد با پای طبیعی بود.

نتایج این مطالعه، با یافته‌های بناب و همکاران (۲۰۲۰)، دمیرل و همکاران (۲۰۲۰) بارزیلای و همکاران (۲۰۱۶)، سیمولین (۲۰۱۱)، لامس و همکاران (۲۰۰۶) همسو می‌باشد. این محققان گزارش کردند که افراد کمردرد با پای طبیعی مقادیر سرعت راه رفتن (بارزیلای و همکاران، ۲۰۱۶: ۲۷۶۴؛ بناب و همکاران، ۲۰۲۰: ۲۷۹؛ دمیرل و همکاران، ۲۰۲۰: ۶؛ ابراهیمی و همکاران، ۲۰۱۷: ۵۹؛ لامس، دافرتشوفر، میجر و بیک ۲۰۰۶ و لامس، سینتس، پونت، کرخوف و بیک، ۲۰۰۸: ۱)، طول گام (لامس و همکاران، ۲۰۰۸: ۱؛ دمیرل و همکاران، ۲۰۲۰: ۴ و بناب و همکاران، ۲۰۲۰: ۲۸۰)؛ طول قدم کمتری (بارزیلای و

همکاران، ۲۰۱۶: ۲۷۶۴؛ بناب و همکاران، ۲۰۲۰: ۲۸۰؛ سیمولین، ویسمارا، گالی، زینا و نیگرینی، ۲۰۱۱: ۵) و درصد فاز حمایت دوگانه (سیمولین و همکاران، ۲۰۱۱: ۵) و زمان فازحمایت دوگانه بزرگتری (بناب و همکاران، ۲۰۲۰: ۲۷۹) نسبت به گروه سالم دارد. مطالعات قبلی نتایج عرض گام‌برداری در گروه کمردرد با پای پرونیت را گزارش نکرده‌اند. همچنین در مقایسه بین سرعت گام- برداری افراد مبتلا به کمردرد با پای پرونیت در مقایسه با گروه سالم مطالعه مشابهی یافت نشد.

در مقابل نتایج مطالعات بالاسکومورا و همکاران (۲۰۲۰)، رحیمی و همکاران (۲۰۲۰)، فرهپور و همکاران (۲۰۱۶)، گومباتو و همکاران (۲۰۱۵)، زهرایی و همکاران (۲۰۱۴) و نیوول و همکاران (۲۰۰۹) با مطالعه حاضر ناهمسو بود. این مطالعات گزارش کردند که سرعت راه رفتن (گومباتو و همکاران، ۲۰۱۵: ۳؛ بالاسکومورا و همکاران، ۲۰۲۰: ۳؛ رحیمی و همکاران، ۲۰۲۰: ۳؛ شریف مرادی و همکاران، ۲۰۱۷: ۱۱؛ زهرایی و همکاران، ۲۰۱۴: ۴ و نیوول و وندرل، ۲۰۱۰: ۴)، زمان قدم‌برداری (گومباتو و همکاران، ۲۰۱۵: ۳ و نیوول و همکاران، ۲۰۱۰: ۴)، طول گام (رحیمی و همکاران، ۲۰۲۰: ۳؛ شریف‌مرادی و همکاران، ۲۰۱۷: ۱۱؛ گومباتو و همکاران، ۲۰۱۵: ۳ و زهرایی و همکاران، ۲۰۱۴: ۴)، طول قدم (گومباتو و

کوت و همکاران (۲۰۰۵) گزارش کردند که ساختارهای مختلف پا روی دینامیک حرکتی مفاصل اندام تحتانی اثر می‌گذارد به طوری که هنگام اجرای تست ستاره گروه کف پای صاف در مقایسه با گروه پای طبیعی و پرونیت توانستند، در جهت رو به جلو با پای در حال نوسان خود نقطه دورتری لمس کنند که ممکن است ناشی از ساختار متفاوت مفصل مچ پا در این افراد باشد (کوت، برونیت و شولتز، ۲۰۰۵: ۴۱). بنابراین به نظر می‌رسد طول گام بزرگتر در گروه کمردرد با پای پرونیت ناشی از تفاوت در دامنه حرکتی مفاصل اندام تحتانی و ساختار متفاوت مفصل مچ پا باشد.

مطالعات نشان داده است که با افزایش عرض گام برداری، تعادل بهبود می‌یابد (فاینلی، ۱۹۶۹: ۱۴۰). کیوبنسکی (۲۰۱۵) نشان دادند که افزایش عرض گام برداری هنگام راه رفتن احتمالاً یک نوع پاسخ به کاهش تعادل باشد (کیوبنسکی، مک کوئیت، سیتلو و دئین، ۲۰۱۵: ۱۳۰). همچنین نتایج کوت (۲۰۰۵) نشان می‌دهد که تعادل دینامیکی و استاتیکی، تحت تأثیر ساختار پا قرار می‌گیرد (کوت و همکاران، ۲۰۰۵: ۴۱). بنابراین به نظر می‌رسد گروه کمردرد با پای پرونیت به منظور جبران کاهش تعادل ناشی از کف پای پرونیت، عرض گام برداری را افزایش می‌دهند.

به طور کلی نتایج حاضر نشان داد افراد کمردرد سرعت آهسته‌تری نسبت به گروه سالم دارند. همچنین متغیرهای فضایی - زمانی راه رفتن در افراد کمردرد تحت تأثیر ساختار پا قرار دارند. به طوری که سرعت راه رفتن آهسته‌تر در افراد کمردرد با پای طبیعی در مقایسه با گروه سالم، با افزایش زمان حمایت دوگانه، کاهش طول گام و طول قدم همراه بود. از طرف دیگر افراد کمردرد پای پرونیت با افزایش عرض گام برداری و زمان چرخه، سرعت راه رفتن آهسته‌تری نسبت به گروه سالم داشتند. بنابراین به نظر می‌رسد پارامتر کلیدی مؤثر در الگوی راه رفتن افراد کمردرد با پای طبیعی شامل: پارامترهای طول گام، طول قدم و زمان حمایت دوگانه است در حالی که پارامتر کلیدی مؤثر در الگوی راه رفتن در گروه کمردرد با پای پرونیت از جمله پارامترهای عرض گام برداری و زمان چرخه از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. بنابراین درمانگر فیزیکی با در نظر گرفتن ساختار پا و با در دست داشتن این پارامترهای کلیدی می‌تواند با اندازه

همکاران، ۲۰۱۵: ۳ و نیوول و همکاران، ۲۰۱۰: ۴)، زمان حمایت دوگانه (گومباتو و همکاران، ۲۰۱۵: ۳؛ رحیمی و همکاران، ۲۰۲۰: ۳؛ زهرایی و همکاران، ۲۰۱۴: ۴ و نیوول و همکاران، ۲۰۱۰: ۴) و درصد فزای حمایت دوگانه (بالاسکومورا و همکاران، ۲۰۲۰: ۳) بیماران دارای کمردرد با پای طبیعی تفاوت معناداری با افراد سالم نداشت. همچنین فرهپور و همکاران (۲۰۱۶) گزارش کردند که سرعت گام برداری در گروه دارای کمردرد با پای پرونیت و گروه سالم مشابه است (فرهپور و همکاران، ۲۰۱۶: ۱۷۰۸). علت این مغایرت ممکن است به دلیل روش و ابزار متفاوت بین مطالعه حاضر و مطالعات مذکور باشد. در مطالعه حاضر آزمودنی‌ها با پای برهنه راه رفتند، سرعت راه رفتن توسط خود آزمودنی‌ها به طور دلخواه تعیین می‌شد و داده‌ها بر اساس طول قد افراد نرمال‌سازی شدند. در حالی که در برخی مطالعات یادشده راه رفتن با کفش مورد اندازه‌گیری قرار گرفت و در بعضی مطالعات فوق آزمودنی‌ها روی تردمیل راه رفته‌اند که سرعت تعیین شده‌ای دارد. تطبیق سرعت تردمیل با سرعت عادی راه رفتن بسیار دشوار است (بالاسکومورا و همکاران، ۲۰۲۰: ۷). معمولاً در معاینات و آزمایشگاه‌های بالینی، از تردمیل برای ارزیابی راه رفتن استفاده نمی‌شود. همچنین در مطالعات قبلی بیان شده است پوشیدن کفش در مقایسه با پای برهنه روی متغیرهای فضایی - زمانی هنگام راه رفتن تأثیر می‌گذارد (دامس و اسمیت، ۲۰۱۵: ۱۲۲؛ شوکر و بلاک، ۲۰۰۶: ۲۹۲۳). علاوه بر این در تحقیقات پیشین داده‌ها نرمال سازی نشدند.

احتمالاً کاهش سرعت راه رفتن یک استراتژی جبرانی، برای حفظ پایداری دینامیکی بالاتنه در هنگام راه رفتن است (دینگوول، کیوسمانو، استرناد و کاوانگ، ۲۰۰۰: ۱۲۶۹). هورنا و همکاران (۲۰۱۲) نشان داد که در گروه کمردرد هنگام راه رفتن چرخش تنه نسبت به لگن در صفحه عرضی کاهش می‌یابد (هورن، بوریجن، میجر، هادگس و ون دین، ۲۰۱۲: ۳۴۵) و با افزایش سفتی تنه همراه است (لامس، میجر، ویسمن، ون دین و لیون، ۲۰۰۲: ۹۲) به نظر می‌رسد با کاهش سرعت حرکت، گشتاور تنه حول کمر و لگن کاهش می‌یابد. در نتیجه ممکن است افراد مبتلا به کمردرد از استراتژی کاهش سرعت راه رفتن به منظور جلوگیری از درد استفاده نمایند.

نتیجه‌گیری

این مطالعه نشان داد به‌طور کلی متغیرهای فضایی- زمانی در گروه‌های کمردرد تحت تأثیر ساختار پا قرار دارند. گروه کمردرد با پای طبیعی، سرعت، زمان فاز حمایت دوگانه بزرگ‌تر، طول گام و قدم کوتاه‌تری نسبت به گروه سالم هنگام راه رفتن داشت. در حالی‌که در راه رفتن گروه کمردرد با پای پرونیت کاهش سرعت، افزایش زمان چرخه و عرض گام‌برداری مشاهده شد. این نتایج می‌تواند در برنامه توانبخشی و تمرینی افراد دارای کمردرد مورد توجه قرار گیرد. بنابراین بهتر است تمرینات کلینیکی با توجه به ساختار پا برای بیماران کمردرد بهینه‌سازی شود.

تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله از همکاری کلیه بیماران شرکت‌کننده در تحقیق صمیمانه تشکر و قدردانی می‌گردد.

گیری مقادیر فضایی - زمانی از میزان پیشرفت برنامه تمرینی آگاهی یابد و در این زمینه سوابق عینی ارائه دهد. در نتیجه اندازه‌گیری پارامترهای کلیدی در رابطه با ساختار پا باید به‌عنوان روش ابزاری در ارزیابی، برنامه‌ریزی درمانی و تعیین نتیجه درمان در بیمار مبتلا به CLBP مورد توجه قرار گیرد.

تعداد کم شرکت‌کننده‌ها از جمله محدودیت‌های این مطالعه است. هر چند که توان آزمون بالا و اندازه اثر بالا در تفاوت‌های مشاهده شده اعتماد به نتایج و تعمیم بخشی نسبی آنها را تا حدودی تضمین می‌کند. اندازه‌گیری همزمان فعالیت عضلانی هنگام راه رفتن نیز می‌توانست اطلاعات جامع‌تری به‌دست آورد. در افراد مبتلا به کمردرد MRI برای تشریح ستون فقرات کمری تهیه نشده که با تصمیم پزشک معالج و به دلیل تحمیل هزینه به بیماران ضروری تشخیص داده نشد.

References

- Balasukumaran, T., Gottlieb, U., & Springer, S. (2020). "Spatiotemporal gait characteristics and ankle kinematics of backward walking in people with chronic ankle instability". *Scientific Reports*, 10(1), 1-9.
- Barwick, A., Smith, J., & Chuter, V. (2012). "The relationship between foot motion and lumbopelvic-hip function: A review of the literature". *The foot*, 22(3), 224-231.
- Barzilay, Y., Segal, G., Lotan, R., Regev, G., Beer, Y., Lonner, B. S., Elbaz, A. (2016). "Patients with chronic non-specific low back pain who reported reduction in pain and improvement in function also demonstrated an improvement in gait pattern". *European Spine Journal*, 25(9), 2761-2766.
- Bonab, M. A. R., Colak, T. K., Toktas, Z. O., & Konya, D. (2020). "Assessment of Spatiotemporal Gait Parameters in Patients with Lumbar Disc Herniation and Patients with Chronic Mechanical Low Back Pain". *Turkish Neurosurgery*, 30(2), 277-284.
- Chuter, V. H., & de Jonge, X. A. J. (2012). "Proximal and distal contributions to lower extremity injury: a review of the literature". *Gait & posture*, 36(1), 7-15.
- Cimolin, V., Vismara, L., Galli, M., Zaina, F., Negrini, S., & Capodaglio, P. (2011). "Effects of obesity and chronic low back pain on gait". *Journal of Neuroengineering and Rehabilitation*, 8(1), 55-62.
- Cote, K. P., Brunet, M. E., II, B. M. G., & Shultz, S. J. (2005). "Effects of pronated and supinated foot postures on static and dynamic postural stability". *Journal of athletic training*, 40(1), 41-46.
- Dames, K. D., & Smith, J. D. (2015). "Effects of load carriage and footwear on spatiotemporal parameters, kinematics, and metabolic cost of walking". *Gait & posture*, 42(2), 122-126.
- De celis, C. L., López, M. B., & Mateo, E. V. (2009). "Correlación entre dolor, discapacidad y rango de movilidad en pacientes con lumbalgia crónica". *Fisioterapia*, 31(5), 177-182.
- Demirel, A., Onan, D., Oz, M., Aslıyuce, Y. O., & Ulger, O. (2020). "Moderate Disability Has Negative Effect on Spatiotemporal Parameters in Patients with Chronic Low Back Pain". *Gait & Posture*, 31(2), 1-19.
- Dingwell, J., Cusumano, J., Sternad, D., & Cavanagh, P. (2000). "Slower speeds in patients with diabetic neuropathy lead to improved local dynamic stability of continuous overground walking". *Journal of biomechanics*, 33(10), 1269-1277.
- Ebrahimi, S., Kamali, F., Razeghi, M., & Haghpanah, S. A. (2017). "Comparison of the trunk-pelvis and lower extremities sagittal plane inter-segmental coordination and variability during walking in persons with and without chronic low back pain". *Human movement science*, 52(3), 55-66.
- Farahpour, N., Jafarnejhad, A., Damavandi, M., Bakhtiari, A., & Allard, P. (2016). "Gait ground reaction force characteristics of low back pain

- patients with pronated foot and able-bodied individuals with and without foot pronation". *Journal of biomechanics*, 49(9), 1705-1710.
- Finley, F. (1969). "Locomotion patterns in elderly women". *Arch. Phys. Med. Rehabil.*, 50, 140-146.
- Fritz, C. O., Morris, P. E., & Richler, J. J. (2012). "Effect size estimates: current use, calculations, and interpretation". *Journal of experimental psychology: General*, 141(1), 2-18.
- Gombatto, S. P., Brock, T., DeLork, A., Jones, G., Madden, E., & Rinere, C. (2015). "Lumbar spine kinematics during walking in people with and people without low back pain". *Gait & posture*, 42(4), 539-544.
- Greene, H. S., Cholewicki, J., Galloway, M. T., Nguyen, C. V., & Radebold, A. (2001). "A history of low back injury is a risk factor for recurrent back injuries in varsity athletes". *The American journal of sports medicine*, 29(6), 795-800.
- Gurney, B. (2002). "Leg length discrepancy". *Gait & posture*, 15(2), 195-206.
- Hart, L. G., Deyo, R. A., & Cherkin, D. C. (1995). "Physician office visits for low back pain: frequency, clinical evaluation, and treatment patterns from a US national survey". *Spine*, 20(1), 11-19.
- Kashikar-Zuck, S., Keefe, F. J., Kornguth, P., Beaupre, P., Holzberg, A., & DeLong, D. (1997). "Pain coping and the pain experience during mammography: a preliminary study". *Pain*, 73(2), 165-172.
- Kornguth, P. J., Keefe, F. J., & Conaway, M. R. (1996). "Pain during mammography: characteristics and relationship to demographic and medical variables". *Pain*, 66(2-3), 187-19.
- Kubinski, S. N., McQueen, C. A., Sittloh, K. A., & Dean, J. C. (2015). "Walking with wider steps increases stance phase gluteus medius activity". *Gait & posture*, 41(1), 130-135.
- Lamoth, C. J., Daffertshofer, A., Meijer, O. G., & Beek, P. J. (2006). "How do persons with chronic low back pain speed up and slow down?: Trunk-pelvis coordination and lumbar erector spinae activity during gait". *Gait & Posture*, 23(2), 230-239.
- Lamoth, C. J., Meijer, O. G., Wuisman, P. I., van Dieen, J. H., Levin, M. F., & Beek, P. J. (2002). "Pelvis-thorax coordination in the transverse plane during walking in persons with nonspecific low back pain". *Spine*, 27(4), 92-99.
- Lamoth, C. J., Stins, J. F., Pont, M., Kerckhoff, F., & Beek, P. J. (2008). "Effects of attention on the control of locomotion in individuals with chronic low back pain". *Journal of neuroengineering and rehabilitation*, 5(1), 1-8.
- Menz, H. B., Dufour, A. B., Riskowski, J. L., Hillstrom, H. J., & Hannan, M. T. (2013). "Foot posture, foot function and low back pain: the Framingham Foot Study". *Rheumatology*, 52(12), 2275-2282.
- Newell, D., & van der Laan, M. (2010). "Measures of complexity during walking in chronic non-specific low back pain patients". *Clinical Chiropractic*, 13(1), 8-14.
- Rahimi, A., Arab, A. M., Nourbakhsh, M. R., Hosseini, S. M., & Forghany, S. (2020). "Lower limb kinematics in individuals with chronic low back pain during walking". *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 31(1), 51, 1-7.
- Shakoor, N., & Block, J. A. (2006). "Walking barefoot decreases loading on the lower extremity joints in knee osteoarthritis". *Arthritis & Rheumatism*, 54(9), 2923-2927.
- Sharifmoradi K, Karimi M.T, Hassan Zahraee M (2017). "Interaction of Applied Forces Joints in Women with Non-Specific Low Back Pain". *The Journal of Paramedical Science and Rehabilitation*; 7(4): 7-18. (In Persian)
- Van den Hoorn, W., Bruijn, S., Meijer, O., Hodges, P., & Van Dieën, J. (2012). "Mechanical coupling between transverse plane pelvis and thorax rotations during gait is higher in people with low back pain". *Journal of biomechanics*, 45(2), 342-347.
- Zahraee, M. H., Karimi, M. T., Mostamand, J., & Fatoye, F. (2014). "Analysis of asymmetry of the forces applied on the lower limb in subjects with nonspecific chronic low back pain". *BioMed research international*, 17(3), 1-6.