

فصلنامه علمی پژوهشی بیهوشی و درد، دوره ۸، شماره ۴، تابستان ۱۳۹۷

## تأثیر کفی کفش با گوه خارجی بر نیروهای عکس العمل زمین و نرخ بار گذاری در گام برداری افراد مبتلا به استئوآرتریت داخلی زانو



محمد حسن بیجارچیان<sup>۱</sup>، مهدی مجلسی<sup>۲\*</sup>، نادر فرهیپور<sup>۳</sup>

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد بیومکانیک ورزشی، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد همدان، همدان، ایران
۲. استادیار بیومکانیک ورزشی، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد همدان، همدان، ایران
۳. استاد بیومکانیک ورزشی، گروه بیومکانیک ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۳/۲۱

تاریخ بازبینی: ۱۳۹۷/۳/۱۵

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱/۲۵

### چکیده

**زمینه و هدف:** هدف از مطالعه حاضر بررسی تأثیر کفی کفش با گوه خارجی بر نیروهای عکس العمل زمین و نرخ بار گذاری در گام برداری افراد مبتلا به استئوآرتریت داخلی زانو بود.

**مواد و روش ها:** تعداد ۱۰ فرد مبتلا به استئوآرتریت داخلی زانوی و ۱۰ فرد سالم با سن، قد و جرم مشابه در این پژوهش مورد مطالعه قرار گرفتند. متغیرهای کینتیکی و سرعت راه رفتن آزمودنی‌ها در شرایط راه رفتن با پای برهنه، با کفش دارای کفی ۵،۰ و ۱۱ درجه خارجی محاسبه گردید. در مقایسه درون گروهی از روش آماری Repeated measure و آزمون t وابسته و در مقایسه بین گروهی از آزمون MANOVA و با سطح معناداری  $p < 0/05$  استفاده شد.

**یافته‌ها:** نتایج نشان داد استفاده از کفی موجب افزایش معنی داری در سرعت راه رفتن در گروه استئوآرتریت گردیده ( $p < 0/05$ ). همچنین نیروی عکس العمل در پای آسیب دیده نسبت به پای سالم در وضعیت راه رفتن با پای برهنه کمتر بود؛ در شرایط استفاده از کفی تقارن در عملکرد پاها بهبود یافت. به طور کلی استفاده از کفی موجب افزایش در تمام مؤلفه‌های نیروی عکس العمل در گروه استئوآرتریت گردید.

**نتیجه گیری:** با توجه به نتایج این پژوهش، استفاده از کفی موجب بهبود کنترل در جهت قدامی-خلفی و ایجاد تقارن در عملکرد پای افراد استئوآرتریت گردید. اما افزایش در مؤلفه  $F_x$  نشان دهنده کاهش کنترل میانی جانبی در حین راه رفتن می گردد. بنابراین ممکن است استفاده از نگهدارنده مچ پا جهت کنترل انحرافات میانی جانبی موجب پایداری بیشتر در حین راه رفتن گردد.

**واژه‌های کلیدی:** استئوآرتریت زانو، گام برداری، کفی کفش، نیروی عکس العمل زمین

### مقدمه

استئوآرتریت زانو شایع‌ترین آسیب در مفصل زانو است. استئوآرتریت بخش داخلی زانو به علت الگوی توزیع بار شایع تر است و به علت تخریب مفصل سینوویال و عملکرد آن ایجاد می‌شود<sup>(۱-۳)</sup>. افراد دارای استئوآرتریت زانو علاوه بر تحمل درد، ضعف در عملکرد حرکتی<sup>(۴)</sup> خشکی مفصل، کاهش دامنه حرکتی و ضعف عضلات اطراف مفصل،

نویسنده مسئول: مهدی مجلسی، استادیار گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد همدان، همدان، ایران

پست الکترونیک: majlesi11@gmail.com

کمپارتمان داخلی زانو و کاهش درد ناشی از آن استفاده از ارتوز با لبه خارجی (laterally wedged insole (LWI) است. برخی از محققان پیشنهاد کرده‌اند که استفاده از این نوع ارتوز باعث انحراف پا به سمت اورژن و در نتیجه بار وارده به سمت کمپارتمان داخلی زانو و به تبع آن کاهش مقدار درد ناشی از استئوآرتروز خواهد شد<sup>(۱۸،۱۷)</sup>. با افزایش اطلاعات در زمینه فاکتورهای مؤثر بر مکانیزم اثر آسیب استئوآرتروز زانو و استفاده از ارتوز با لبه خارجی بر متغیرهای گام‌برداری افراد می‌توان پروتکل تمرینی یا درمانی خاص برای بهبود عملکرد افراد پیشنهاد داد. هدف از مطالعه حاضر بررسی تأثیر ارتوز با لبه خارجی با شیب‌های ۰، ۵ و ۱۱ درجه بر متغیرهای بیومکانیکی گام‌برداری در بیماران استئوآرتروز است. بنابراین فرض می‌شود که استفاده از ارتوز با لبه خارجی باعث متقارن شدن نیروی عکس‌العمل زمین در دو پای افراد مبتلا به استئوآرتروز زانو شده و عملکرد گام‌برداری را در این افراد بهبود خواهد بخشید.

## روش مطالعه

### آزمودنی‌ها

این مطالعه از نوع مقطعی (Cross sectional) و نیمه تجربی است که در آزمایشگاه بیومکانیک ورزشی انجام پذیرفت. جامعه پژوهش حاضر را بیماران مبتلا به استئوآرتروز داخلی زانوی مراجعه‌کننده به کلینیک‌های درمانی شهر همدان و افراد سالم همتا که داوطلب شرکت در پژوهش بودند را تشکیل می‌دادند. به‌منظور تعیین تعداد نمونه‌های پژوهش با نرم‌افزار G\*Power با  $\alpha=0/05$  و توان آماری ۸۰ درصد<sup>(۱۹)</sup> تعداد ۸ نفر برای هر گروه در نظر گرفته شد که در این پژوهش تعداد ۱۰ مرد با استئوآرتروز داخلی زانو به‌عنوان گروه استئوآرتروز داخلی زانو (گروه OA) و ۱۰ مرد سالم همتا به‌عنوان گروه کنترل شرکت کردند. شرکت‌کنندگان گروه OA پرسشنامه ارزیابی کیفی (Knee injury) koos (and osteoarthritis out come score) را که شامل درد،

سختی در بلند شدن از روی صندلی، گام‌برداری و بالا رفتن از پله را دارند<sup>(۵، ۶)</sup>. توزیع نامتقارن بار به علت عبور خط عمل نیرو در پا که از قسمت داخلی زانو می‌گذرد موجب افزایش بار وارده بر کمپارتمان داخلی زانو می‌شود<sup>(۷)</sup> و این نیرو منتج به تغییرات آداکشنی خارجی زانو که یکی از مشخصه‌های استئوآرتروز کمپارتمان داخلی زانو است، می‌گردد<sup>(۳، ۸)</sup>.

در فاز بارگذاری گام‌برداری (Loading response)، اولین بخش از چرخه گام‌برداری که بلافاصله بعد از تماس اولیه پاشنه (Initial contact) با زمین اتفاق می‌افتد و مرحله حمایت دو اتکایی به حمایت یک اتکایی منتقل می‌شود، یک دوره زمانی مهم برای زانو است که جذب سریع نیروی عکس‌العمل زمین اتفاق می‌افتد. اختلال در مکانیک اندام تحتانی منجر به کاهش جذب بار وارده به مفصل زانو در نتیجه تسریع در ایجاد استئوآرتروز زانو خواهد شد<sup>(۹، ۱۰)</sup>.

اطلاعات در مورد تغییرات الگوی گام‌برداری در بیماران استئوآرتروز در دهه‌های اخیر رو به افزایش است. نتایج پژوهش‌ها نشان دادند که بیماران استئوآرتروز زانو دارای کاهش در میزان گشتاور فلکشنی زانو و کاهش در دامنه حرکتی مفصل زانو و افزایش در میزان گشتاور آداکشنی زانو در فاز استقرا (Stance)<sup>(۱۱)</sup>، کاهش سرعت گام‌برداری، کاهش در تعداد گام در دقیقه، کاهش طول گام، کاهش زاویه فلکشن زانو در فاز بارگذاری، افزایش عرض گام، افزایش چرخش داخلی ران و افزایش فلکشن جانبی تنه هستند<sup>(۵، ۱۲-۱۴)</sup>.

با توجه به سخت بودن اندازه‌گیری بار وارده بر کمپارتمان داخلی زانو، در اکثر مطالعات اندازه‌گیری گشتاور آداکشنی زانو به‌عنوان روش غیرمستقیم استفاده شده است<sup>(۱۵، ۱۶)</sup>. مطالعات نشان داده‌اند که گشتاور آداکشنی زانو در افراد دارای استئوآرتروز زانو بیشتر از افراد سالم است. همچنین میزان این متغیر در افراد دارای استئوآرتروز شدید بیشتر از افراد با استئوآرتروز کم می‌باشد<sup>(۱)</sup>.

یکی از روش‌های درمانی برای کاهش بار وارده بر

فیلتر باترورث پایین‌گذر مرتبه چهارم با برش فرکانسی ۲۰ هرتز فیلتر شد<sup>(۲۰)</sup>. (نمودار ۱)

مارکرهای متصل شده به اندام تحتانی آزمودنی‌ها، به‌منظور مشخص کردن زمان ضربه پاشنه و زمان جدا شدن پنجه پا و همچنین مشخص کردن فاز نوسان و استقرار هنگام راه رفتن تصویربرداری شد. این مارکرهای کروی شکل با قطر ۱۴ میلی‌متر بر اساس مدل مارکرگذاری (Plug-In Gait Marker Set, Vicon Peak, Oxford, UK)، به نقاط خاص آناتومیکی (Land mark) هر دو پای شرکت‌کنندگان متصل شد<sup>(۲۱)</sup>.

آزمودنی‌ها در مسیر تعیین شده با سرعت عادی راه می‌رفتند. محل شروع گام‌برداری به‌طور آزمون و خطا به نحوی انتخاب شد که هر یک از پاها یک گام (استراید) کامل در داخل فضای کالیبره شده داشته باشند. فاصله محل شروع راه رفتن تا فضای کالیبره شده به حدی بود که تا قبل از ورود به فضای کالیبره شده آزمودنی حداقل ۷ گام برمی‌داشت<sup>(۲۲)</sup> و همچنین طول مسیر ۱۲ متری، این امکان را فراهم ساخته بود که بعد از فضای کالیبره شده هم حداقل حدود ۷ گام برداشته می‌شد. با این شرایط اثر مربوط به شروع گام‌برداری و توقف، حذف شد.

وظیفه حرکتی آزمودنی‌ها در آزمایشگاه عبارت بودند از الف) گام‌برداری با پای برهنه، ب) گام‌برداری با کفش با کفی ۰ درجه، ج) گام‌برداری با کفش با کفی ۵ درجه خارجی و د) گام‌برداری با کفش با کفی ۱۱ درجه خارجی. در هر یک از این شرایط ۹ بار راه رفتن تکرار گردید و در هر یک از متغیرهای مورد نظر میانگین ۶ بار تکرار برای محاسبات آماری در نظر گرفته شد.

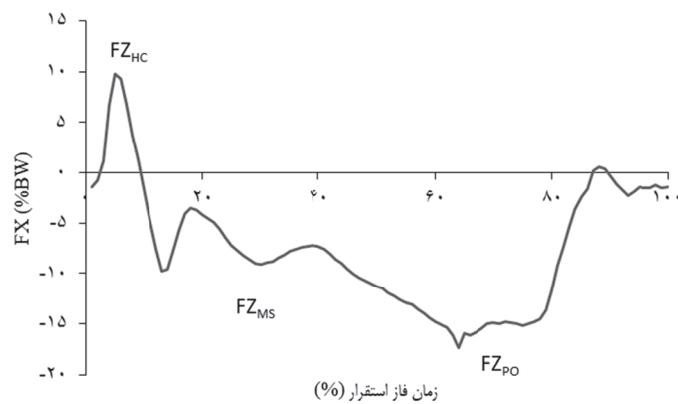
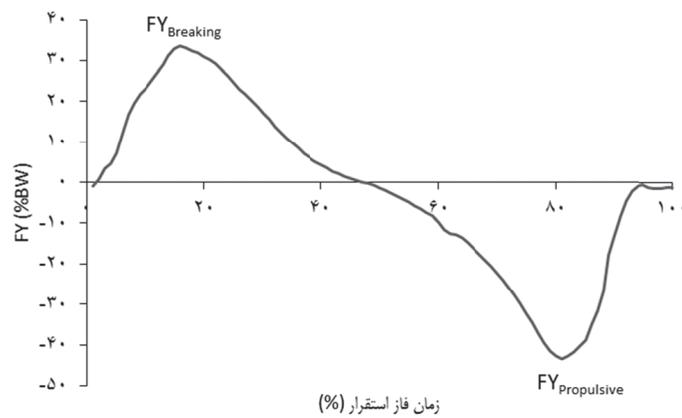
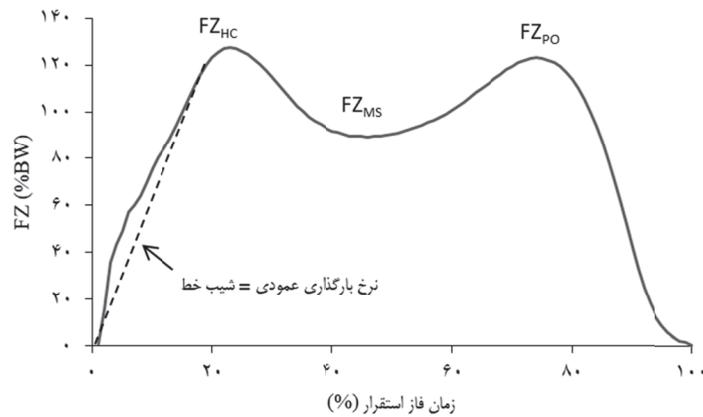
#### روش آماری

برای بررسی نرمال بودن داده‌ها و امکان استفاده از آزمون‌های پارامتریک از آزمون شاپیرو ویلک استفاده شد. طرح آزمایشی این مطالعه شامل دو عامل درون‌گروهی: الف) عامل راه رفتن با چهار سطح (راه رفتن با پای

کیفیت زندگی، علائم بیماری و فعالیت روزانه بود را تکمیل نمودند. افرادی که در طی شش ماه گذشته دارای آسیبی (به‌جز آسیب استئوآرتروز داخلی زانو در گروه OA) در اندام‌های تحتانی و یا بیماری‌های نورولوژیکی (بیماری‌های عضلات) و ارتوپدیکی (شکستگی استخوان، تاندونیت، اسپرین، استرین و جراحی مفاصل) بودند از مطالعه کنار گذاشته شدند. همچنین آزمودنی‌ها رضایت‌نامه جهت شرکت در آزمون را تکمیل و سپس مراحل انجام آزمون‌ها و چگونگی اندازه‌گیری متغیرها و شیوه کار به‌طور کامل برای آزمودنی‌ها تشریح شد. پروتکل این مطالعه در کمیته اخلاق پزشکی دانشگاه علوم پزشکی همدان با شماره IR.UMSHA.REC.1396.368 مورخ ۱۳۹۶/۵/۷ مورد تأیید قرار گرفت.

#### ابزار و روش اجرا

از یک سیستم تحلیل حرکتی سه‌بعدی وایکان (Vicon Oxford Metrics, Oxford, UK system) با چهار دوربین سری T20، با فرکانس ۱۰۰ هرتز که با دو صفحه‌نیروی کیستلر (Kistler 9281EA, Winterthur, Switzerland) با فرکانس نمونه‌برداری ۱۰۰۰ هرتز هم‌زمان شده بود، برای ثبت متغیرهای کینماتیک و کینتیک شامل سرعت و مؤلفه‌های نیروی عکس‌العمل زمین در طی گام‌برداری در شرایط مختلف استفاده شد. دو صفحه نیرو در وسط مسیر گام‌برداری ۱۲ متری در محیط کالیبره شده آزمایشگاه قرار داشت. داده‌های نیروی عکس‌العمل زمین در سه بعد ( $F_x$ ,  $F_y$ ,  $F_z$ ) ثبت و با استفاده از نرم‌افزارهای Vicon Nexus نسخه ۱،۸،۲ و Polygan نسخه ۳،۵،۲ تحلیل گردیدند (نمودار ۱). شرایط اجرای یک کوشش راه رفتن صحیح شامل برخورد کامل پا بر روی بخش میانی دستگاه صفحه‌نیرو بود. اگر لبه‌های صفحه‌نیرو توسط پای آزمودنی لمس می‌شد یا تعادل آزمودنی دچار اختلال می‌گردید، کوشش راه رفتن تکرار می‌شد. داده‌های نیروی عکس‌العمل زمین در طی فاز اتکای راه رفتن استخراج و با استفاده از یک



نمودار ۱. اجزاء مختلف هر یک از مؤلفه‌های نیروی عکس‌العمل در منحنیهای  $FZ$ ،  $Fy$  و  $Fx$ ، و نرخ بارگذاری (اوج نیرو  $FZ_{HC}$ ) تقسیم بر فاصله زمانی بین تماس پاشنه تا رسیدن به اوج.  
 نکته. اختصارات:  $FZ_{HC}$ : قله اول نیروی عمودی عکس‌العمل زمین،  $FZ_{MS}$ : دره نیروی عمودی عکس‌العمل زمین (معادل مرحله میانه استقرار گامبرداری)،  $FZ_{PO}$ : قله دوم نیروی عمودی عکس‌العمل زمین،  $FY_{Breaking}$ : نیروی ترمزکنندگی در جهت قدامی خلفی،  $FY_{Propulsive}$ : نیروی پیش‌برندگی در جهت قدامی خلفی.

درون‌گروهی از روش آماری Repeated measure و آزمون t وابسته و در مقایسه بین گروهی از آزمون MANOVA استفاده شد. کلیه مراحل تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۶ و با سطح معناداری  $p < 0/05$  انجام گردید.

#### یافته‌ها

میانگین و انحراف استاندارد مشخصات شرکت‌کنندگان، در جدول ۱ آورده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود افراد گروه کنترل از لحاظ ویژگی‌های دموگرافیک با افراد گروه OA تفاوت معنی‌داری نداشتند. (جدول ۱)

برهنه، راه رفتن با کفش دارای کفی ۰ درجه، راه رفتن با کفش دارای کفی ۵ درجه، راه رفتن با کفش دارای کفی ۱۱ درجه) و ب) عامل سمت بدن با دو سطح پای دارای آسیب استئوآرتریت و پای سالم برای گروه OA بود. همچنین یک عامل بین‌گروهی با دو سطح گروه OA (افراد دارای استئوآرتریت داخلی زانو) و گروه کنترل (افراد سالم) در نظر گرفته شد. در این پژوهش دو سری مقایسه انجام شد. مقایسه درون‌گروهی که در هر دو گروه، راه رفتن در شرایط مختلف مقایسه شد و مقایسه بین‌گروهی که راه رفتن در شرایط مختلف در دو گروه با هم مورد مقایسه قرار گرفت. با توجه به طرح پژوهش، در مقایسه

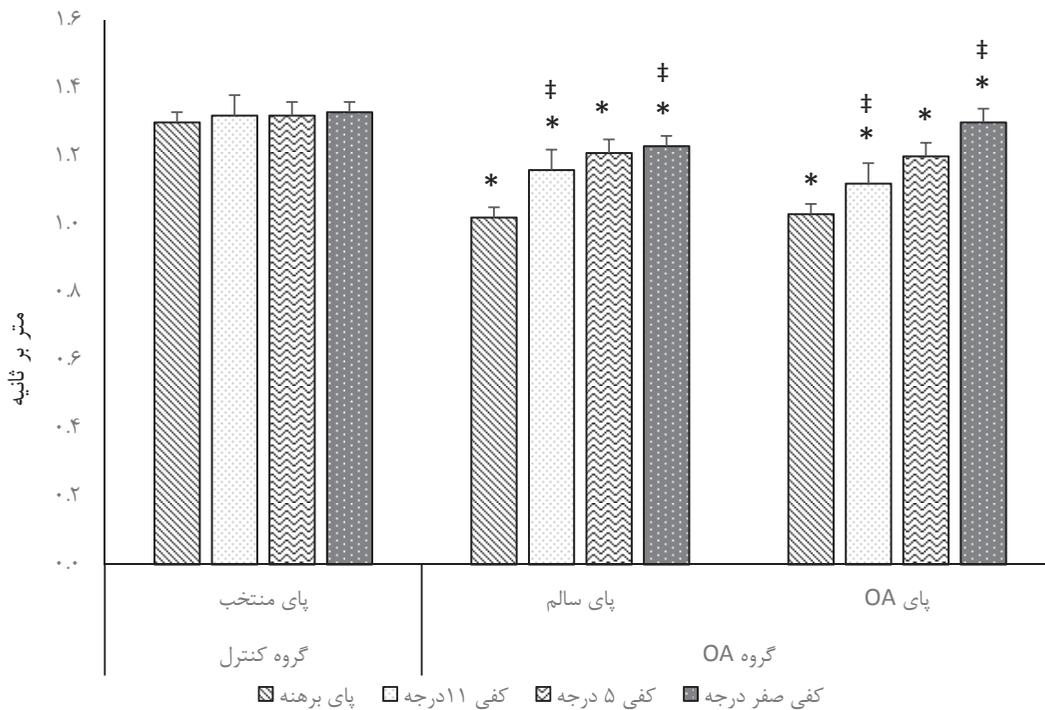
جدول ۱: میانگین و انحراف استاندارد (SD) ویژگی‌های دموگرافیک آزمودنی‌ها در گروه‌های مورد مطالعه

گروه			
Sig.	کنترل	OA	متغیرها
۰/۷۲	۲۳/۹ ± ۴/۹	۲۴/۷ ± ۵/۵	سن (سال)
۰/۱۰	۱/۷۵ ± ۰/۰۴	۱/۷۱ ± ۰/۰۵	قد (متر)
۰/۰۹	۷۸/۵ ± ۷/۵۳	۶۸/۱ ± ۱۰/۷	جرم (کیلوگرم)
۰/۱۵	۲۵/۴۶ ± ۲/۲۸	۲۳/۳۳ ± ۳/۸	BMI
			ارزیابی کیفی koos
-	-	۴۶/۸۲ ± ۱۵/۷۸	درد (۰-۱۰۰)
-	-	۵۳/۲۰ ± ۱۶/۳۵	علائم بیماری (۰-۱۰۰)
-	-	۴۷/۷۸ ± ۱۷/۱۹	فعالیت روزانه زندگی (۰-۱۰۰)
-	-	۳۵/۴۹ ± ۲۱/۲۷	کیفیت زندگی (۰-۱۰۰)

نکته. اختصارات: SD: انحراف استاندارد. BMI (Body Mass Index): نسبت وزن بر قد به توان ۲.

گام‌برداری دارای تفاوت معنی‌داری با گام‌برداری با پای برهنه دارد ( $F(3,7) = 12/22, p = 0/004, \text{Eta} = 0/84$ ) (نمودار ۲). همچنین در تمام شرایط عملکرد پای آسیب‌دیده با پای سالم تفاوت معنی‌داری نداشت ( $p > 0/05$ ).

نتایج تحلیل واریانس نشان داد سرعت راه رفتن در گروه OA به‌طور معنی‌داری کمتر از گروه کنترل در تمامی شرایط است ( $F(3,16) = 5/56, p = 0/008, \text{Eta} = 0/51$ ). مقایسه درون‌گروهی نشان داد سرعت راه رفتن در گروه OA در تمامی شرایط



## نمودار ۲. مقایسه سرعت گام برداری در گروه‌های OA و کنترل در شرایط مختلف گام برداری.

نکته. علامت \* بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار در حالت گام برداری با پای برهنه با هر سه نوع گام برداری با کفی‌های مختلف و علامت † بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار در حالت گام برداری با کفی صفر درجه با گام برداری با کفی ۱۱ درجه می‌باشد.

نوع کفی اختلاف معنی‌دار در عملکرد پاها وجود نداشت ( $p > 0.05$ ) (جدول ۲).

نتایج تحلیل عاملی نشان داد که در مؤلفه FzMS، اثر عامل کفی معنی‌داری بود ( $F(3,16) = 47.91$ ،  $p = 0.000$ ،  $Eta = 0.73$ )، بنابراین معنی‌دار بود ( $F(3,16) = 11.67$ ،  $p = 0.000$ ،  $Eta = 0.39$ )، بررسی درون‌گروهی، مشخص گردید که استفاده از کفی در هر دو گروه، موجب کاهش معنی‌داری در مقدار این مؤلفه شده است. همچنین استفاده از کفی موجب کاهش معنی‌داری بر میزان اختلاف دوپای آسیب‌دیده و سالم در گروه استئوآرتریت شده است ( $F(3,16) = 18.97$ ،  $p = 0.000$ ،  $Eta = 0.51$ ) (جدول ۲).

نتایج تحلیل واریانس در مورد مؤلفه FzPO، نشان داد که

نتایج تحلیل واریانس نشان داد عامل کفی تأثیر معنی‌داری بر مؤلفه FZHC دارد، بدین معنی که استفاده از کفی موجب افزایش معنی‌داری در این مؤلفه می‌گردد ( $F(3,16) = 26.64$ ،  $p = 0.000$ ،  $Eta = 0.60$ )، اثر متقابل بین دو عامل کفی و گروه معنی‌دار می‌باشد ( $F(3,16) = 3.41$ ،  $p = 0.02$ ،  $Eta = 0.16$ )، و بررسی درون‌گروهی نشان داد که استفاده از کفی موجب افزایش این مؤلفه در گروه OA گردیده است ( $F(3,16) = 15.44$ ،  $p = 0.000$ ،  $Eta = 0.63$ )، اما در گروه کنترل استفاده از کفی‌ها موجب تغییر معنی‌دار نگردیده است. مقایسه نتایج جفتی بیان کرد که در وضعیت راه رفتن با پای برهنه اختلاف بین عملکرد دو پای آسیب‌دیده و سالم در افراد گروه OA معنی‌دار بوده است ( $p = 0.03$ )، اما در وضعیت استفاده از هر سه

عامل کفی تأثیر معنی‌داری بر این مؤلفه نداشته است  $(F(3,16) = 1/62, p = 0/19, \text{Eta} = 0/08)$  و نیز هر دو گروه در تمام شرایط راه رفتن دارای عملکرد مشابهی بودند  $(F(3,16) = 2/26, p = 0/09, \text{Eta} = 0/11)$  (جدول ۲).

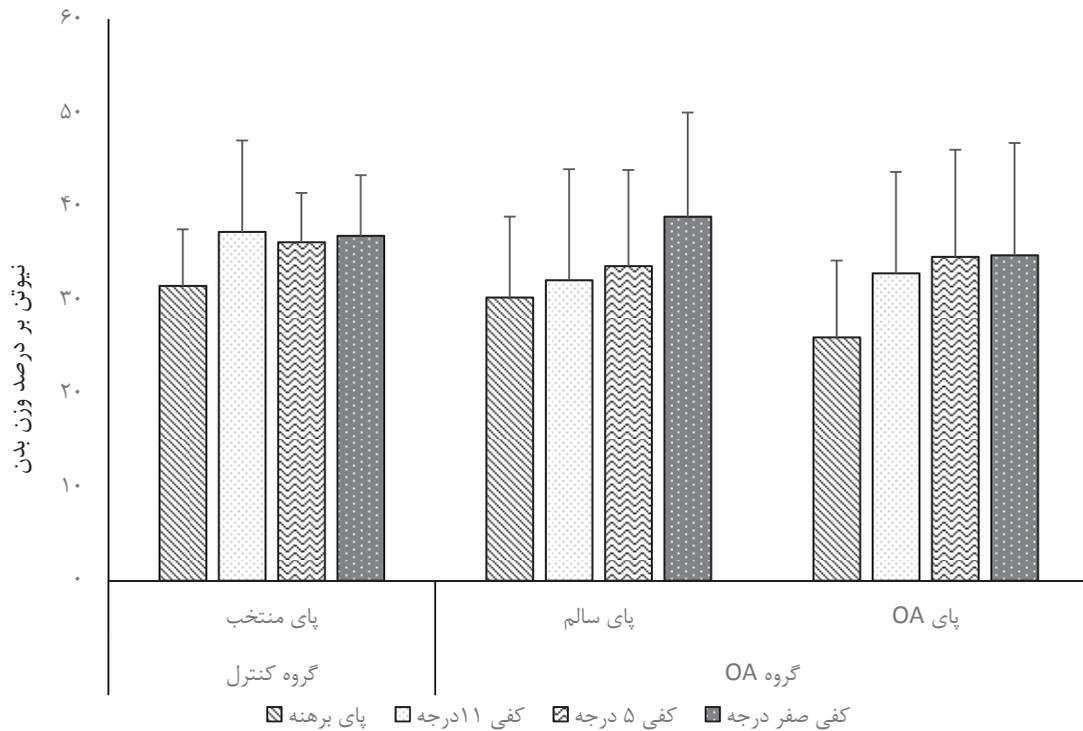
جدول ۲: مقایسه نیروی عکس‌العمل عمودی زمین (نیوتن بر درصد وزن بدن) در شرایط مختلف گامبرداری در دو گروه کنترل و OA

گروه							
بین گروهی		درون گروهی	گروه OA		گروه سالم	راه رفتن	متغیر
OA/منتخب	سالم/منتخب		پای OA	پای سالم	پای منتخب		
0/08	0/46	0/03*	106/4(16/3)	113/70(10/7)	116/72(7/0)	پای برهنه	FZHC
0/83	0/91	0/63	119/24(19/1)	119/87(13/8)	120/59(5/9)	کفی ۱۱	
0/88	0/53	0/41	122/57(20/3)	119/14(21/2)	123/59(4/7)	کفی ۵	
0/86	0/94	0/17	123/63(19/8)	122/01(17/8)	122/41(7/0)	کفی صفر	
0/001*	0/05	0/001*	108/06(17/9)	89/51(11/3)	81/14(6/1)	پای برهنه	Fzp <sub>2</sub>
0/05	0/04*	0/53	85/59(12/2)	85/01(10/7)	76/44(6/3)	کفی ۱۱	
0/08	0/22	0/18	83/58(13/3)	80/94(13/1)	75/19(5/7)	کفی ۵	
0/15	0/14	0/96	82/89(12/2)	82/93(12/1)	76/18(6/9)	کفی صفر	
0/12	0/75	0/006*	107/24(15/8)	114/07(19/6)	116/14(6/6)	پای برهنه	Fzp <sub>3</sub>
0/69	0/80	0/55	111/98(21/8)	113/13(20/9)	114/89(5/4)	کفی ۱۱	
0/70	0/72	0/91	113/09(22/1)	113/34(22/1)	115/87(4/9)	کفی ۵	
0/83	0/91	0/17	110/99(21/4)	113/40(20/6)	112/60(8/8)	کفی صفر	

نکته. \* وجود اختلاف معنی‌دار در سطح  $p < 0/05$

نتایج نشان داد که عامل کفی موجب افزایش معنی‌داری در مقدار مؤلفه FYBreaking (نیروی ترمزکنندگی در جهت قدامی خلفی) شده است  $(F(3,16) = 7/26, p = 0/000, \text{Eta} = 0/29)$ ؛ اما تعامل بین عامل کفی و گروه معنی‌دار نبود، به این معنی که عملکرد هر دو گروه در هر ۴ وضعیت راه رفتن مشابه بوده است  $(F(3,16) = 0/49, p = 0/49, \text{Eta} = 0/04)$ .

ولی اثر متقابل بین کفی و عامل پای معنی‌دار بود  $(F(3,16) = 2/84, p = 0/04, \text{Eta} = 0/14)$ ، مقایسه دوبه‌دو نشان داد که فقط در شرایط راه رفتن نرمال و در افراد استئوآرتریت اختلاف بین پای آسیب‌دیده و پای سالم معنی‌دار می‌باشد و در دیگر شرایط این اختلاف وجود ندارد (نمودار ۳).



نمودار ۳. مقایسه نیروی عکس‌العمل قدامی خلفی زمین در گام‌برداری گروه‌های OA و کنترل در شرایط مختلف گام‌برداری.

تأثیر معنی‌داری داشته و موجب افزایش مقدار این مؤلفه گردیده است ( $F(3,16) = 4/92, p = 0/004, \text{Eta} = 0/22$ )، و نیز هر دو گروه در تمام شرایط راه رفتن دارای عملکرد مشابهی بودند ( $p > 0/09$ ).

نتایج تحلیل واریانس نشان داد عامل کفی موجب افزایش معنی‌داری در نرخ بارگذاری نیروی عکس‌العمل زمین گردیده است ( $F(3,16) = 5/35, p = 0/003, \text{Eta} = 0/23$ )، نتایج بررسی درون‌گروهی بیان می‌کنند که استفاده از کفی موجب کاهش اختلاف بین پای آسیب‌دیده و پای سالم در افراد استئوآرتریت نسبت به وضعیت بدون کفی گردیده است ( $F(3,16) = 5/35, p = 0/003, \text{Eta} = 0/23$ )، و در بقیه شرایط و بین دو گروه اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید.

نتایج نشان داد که عامل کفی موجب افزایش معنی‌داری در مقدار مؤلفه FYPropulsive (نیروی پیش‌برندگی در جهت قدامی خلفی) گردیده است ( $F(3,16) = 7/26, p = 0/000, \text{Eta} = 0/29$ )، اما تعامل بین عامل کفی و گروه معنی‌دار نبود؛ به این معنی که عملکرد هر دو گروه در هر ۴ وضعیت راه رفتن مشابه بوده است ( $\text{Eta} = 0/04$ )، نتایج نشان دادند اثر متقابل بین کفی و عامل پای معنی‌دار بود ( $F(3,16) = 0/81, p = 0/49, \text{Eta} = 0/14$ )، مقایسه دوبه‌دو نشان داد که فقط در شرایط راه رفتن با پای برهنه و در افراد استئوآرتریت اختلاف بین پای آسیب‌دیده و پای سالم معنی‌دار می‌باشد و در دیگر شرایط این اختلاف وجود ندارد. نتایج تحلیل عاملی نشان داد عامل کفی در مؤلفه FxHC

کارایی گام برداری و بار بیشتر در مفاصل پروگسیمال می‌باشد<sup>(۲۲)</sup>. با توجه به نتایج این مطالعه، می‌توان بیان کرد که گروه کنترل در تمام شرایط راه رفتن دارای سرعت گام برداری بیشتری نسبت به گروه OA بودند. بنابراین نیروی عکس‌العمل بیشتری نیز داشته‌اند، اما گروه OA با داشتن سرعت راه رفتن پایین‌تر دارای نیروی عکس‌العمل مشابهی با افراد سالم بوده‌اند که نشان از عدم کارایی گام برداری در این افراد است. با توجه به افزایش سرعت راه رفتن و نیز افزایش نیروی عکس‌العمل عمودی در قله اول، هنگام استفاده از کفی با شیب‌های مختلف در پای آسیب‌دیده، شاید بتوان نتیجه گرفت که همسو با نتایج مطالعه عبدالله و رادوان (۲۰۱۱) استفاده از کفی موجب بهبود در عملکرد پای آسیب‌دیده در گروه OA گردیده است<sup>(۱)</sup>.

نتایج این مطالعه همسو با نتایج گوک و همکاران (۲۰۰۲) نشان داد که گروه OA دارای نیروی عکس‌العمل کمتر و عدم تقارن بیشتر در عملکرد پاها بوده است<sup>(۲۵)</sup>، همچنین همسو با نتایج میسر و همکاران (۱۹۹۲) این مطالعه نیز نشان داد که افراد در گروه OA دارای کاهش در قله اول نیروی عکس‌العمل عمودی بودند و در قله دوم اختلاف نداشتند<sup>(۲۶)</sup>. این تغییرات به علت کوتاه کردن مرحله پیش‌برندگی می‌باشد که ناشی از وجود درد در زانوی افراد مبتلا به استئوآرتریت می‌باشد. همچنین پایین بودن سرعت راه رفتن در افراد گروه OA می‌تواند به علت پایین بودن نیروی فشاری (نیروی  $F_y$ ) در طی سوپینیشن باشد<sup>(۲۷)</sup>. نتایج مطالعات نشان داد که افزایش در نیروی  $F_x$  می‌تواند به علت کاهش در کنترل میانی-جانبی بدن در حین راه رفتن باشد. مطابق با نتایج این مطالعه مقدار مؤلفه  $F_x$  در هر دو گروه در شرایط استفاده از کفی افزایش معنی‌داری نشان داده است که شاید میانی-جانبی بدن در هر دو گروه شده است.

تغییرات در جنبه‌های کینماتیک و کینماتیک راه رفتن افراد مبتلا به استئوآرتریت داخلی زانو ممکن است به دلیل

## بحث

هدف مطالعه حاضر مقایسه مؤلفه‌های نیروی عکس‌العمل زمین در افراد دارای استئوآرتریت داخلی زانو و افراد سالم بود. در این مطالعه فرض بر این بود که افراد با آسیب استئوآرتریت داخلی زانو دارای نیروی پیک کمتری در مؤلفه‌های نیروی عکس‌العمل زمین در سه محور، سرعت گام‌برداری و نرخ بارگذاری کمتر نسبت به افراد سالم بودند.

نتایج این مطالعه نشان داد که عامل کفی موجب تغییر معنی‌داری در سرعت راه رفتن شده است و این شرایط در دو گروه متفاوت بود. بررسی‌های درون‌گروهی نشان داد که گروه سالم در تمام شرایط راه رفتن دارای سرعت راه رفتن مشابهی بودند. در حالی که سرعت راه رفتن در وضعیت گام‌برداری با پای برهنه در گروه OA نسبت به دیگر شرایط به‌طور معنی‌داری کمتر بود و نیز در شرایط راه رفتن با کفی صفر و ۵ درجه سرعت راه رفتن به‌طور معنی‌داری بیشتر از وضعیت نرمال و کفی ۱۱ درجه بود. به‌طور کلی نتایج پژوهش حاضر نشان داد عامل کفی بر مؤلفه‌های قله اول و دوم نیروی عمودی عکس‌العمل زمین در راه رفتن تأثیر معنی‌داری دارد و موجب افزایش این مؤلفه‌ها گردیده است؛ اما مؤلفه سوم نیروی عمودی تحت تأثیر نوع کفی مورد استفاده، قرار نگرفته است. بررسی نتایج درون‌گروهی نشان داد که استفاده از کفی در گروه OA موجب افزایش در همه مؤلفه‌های نیروی عمودی عکس‌العمل زمین در پای آسیب‌دیده نسبت به پای سالم شده است. بررسی میانگین‌ها نشان داد که در وضعیت راه رفتن نرمال (بدون کفی و با پای برهنه) پای آسیب‌دیده دارای نیروی عکس‌العمل کمتری نسبت به پای سالم در افراد OA داشت، اما در وضعیت استفاده از کفی، نیروی عکس‌العمل در پای آسیب‌دیده افزایش یافت و اختلاف بین پاها به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. افزایش سرعت راه رفتن موجب افزایش نیروی عکس‌العمل عمودی می‌گردد<sup>(۲۳، ۲۴)</sup>. کاهش سرعت گام برداری همراه با افزایش در نیروی عکس‌العمل عمودی نشانه عدم

موجب بهبود کنترل در جهت قدامی خلفی گردیده است. درحالی که استفاده از کفی با افزایش در مؤلفه FX، موجب تضعیف کنترل میانی جانبی می‌گردد. بنابراین پیشنهاد می‌شود ضمن استفاده از کفی در افراد استئوآرتریت، از نگهدارنده مچ پا جهت کنترل انحرافات میانی جانبی و پایداری بیشتر در حین راه رفتن استفاده گردد.

#### تقدیر و تشکر

این مقاله منتج از پایان‌نامه کارشناسی ارشد م. ح. ب، مصوب دانشگاه آزاد اسلامی واحد همدان می‌باشد. بدین وسیله نویسندگان، نهایت قدردانی را از مسئولین آزمایشگاه بیومکانیک ورزشی این دانشگاه و کلیه آزمودنی‌ها که داوطلبانه در این پژوهش شرکت کردند را دارند.

سازگاری عصبی عضلانی با استراتژی جدید برای حفظ تعادل یا کنترل پوسچر و کاهش درد در طی راه رفتن باشد. از محدودیت‌های پژوهش حاضر، استفاده از جامعه مردان و عدم حضور زنان در این مطالعه و نیز کم بودن نمونه آماری بود که موجب کاهش انطباق این نتایج با حوزه کلینیکی می‌گردد.

#### نتیجه‌گیری

نتایج این مطالعه مشخص کرد که استفاده از کفی ممکن است منجر به تغییرات مکانیکی در راه رفتن افراد دارای استئوآرتریت داخلی زانو گردد. مطابق با نتایج پژوهش حاضر استفاده از کفی موجب ایجاد تقارن بین پاها در افراد گروه OA گردید؛ بنابراین استفاده از کفی‌ها

## References

1. Abdallah AA, Radwan AY. Biomechanical changes accompanying unilateral and bilateral use of laterally wedged insoles with medial arch supports in patients with medial knee osteoarthritis. *Clinical Biomechanics*. 2011;26(7):783-9.
2. Arden N, Nevitt MC. Osteoarthritis: epidemiology. *Best practice & research Clinical rheumatology*. 2006;20(1):3-25.
3. Al-Khlaifat L, Herrington LC, Hammond A, Tyson SF, Jones RK. The effectiveness of an exercise programme on knee loading, muscle co-contraction, and pain in patients with medial knee osteoarthritis: A pilot study. *The Knee*. 2016;23(1):63-9.
4. Chang A, Chmiel J, Almagor O, Guermazi A, Prasad P, Moio K, et al. Association of baseline knee sagittal dynamic joint stiffness during gait and 2-year patellofemoral cartilage damage worsening in knee osteoarthritis. *Osteoarthritis and cartilage*. 2017;25(2):242-8.
5. Sanchez-Ramirez DC, Malfait B, Baert I, van der Leeden M, van Dieën J, Lems WF, et al. Biomechanical and neuromuscular adaptations during the landing phase of a stepping-down task in patients with early or established knee osteoarthritis. *The Knee*. 2016;23(3):367-75.
6. Erhart-Hledik JC, Asay JL, Clancy C, Chu CR, Andriacchi TP. Effects of active feedback gait retraining to produce a medial weight transfer at the foot in subjects with symptomatic medial knee osteoarthritis. *Journal of Orthopaedic Research*. 2017;35(10):2251-9.
7. Johnson F, Leitzl S, Waugh W. The distribution of load across the knee. A comparison of static and dynamic measurements. *Bone & Joint Journal*. 1980;62(3):346-9.
8. Brisson NM, Wiebenga EG, Stratford PW, Beattie KA, Totterman S, Tamez-Peña JG, et al. Baseline knee adduction moment interacts with body mass index to predict loss of medial tibial cartilage volume over 2.5 years in knee Osteoarthritis. *Journal of Orthopaedic Research*. 2017;35(11):2476-83.
9. Farrokhi S, Tashman S, Gil AB, Klatt BA, Fitzgerald GK. Are the kinematics of the knee joint altered during the loading response phase of gait in individuals with concurrent knee osteoarthritis and complaints of joint instability? A dynamic stereo X-ray study. *Clinical biomechanics*. 2012;27(4):384-9.
10. Shaw KE, Charlton JM, Perry CK, de Vries CM, Redekopp MJ, White JA, et al. The effects of shoe-worn insoles on gait biomechanics in people with knee osteoarthritis: a systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med*. 2017:bjsports-2016-097108.
11. Naili JE, Esbjörnsson A-C, Iversen MD, Schwartz MH, Hedström M, Häger CK, et al. The impact of symptomatic knee osteoarthritis on overall gait pattern deviations and its association with performance-based measures and patient-reported outcomes. *The Knee*. 2017.
12. Liu Y-H, Wei I-P, Wang T-M, Lu T-W, Lin J-G. Immediate effects of acupuncture treatment on intra-and inter-limb contributions to body support during gait in patients with bilateral medial knee osteoarthritis. *The American journal of Chinese medicine*. 2017;45(01):23-35.
13. Hálfðanardóttir F, Ramsey DK, Briem K. Timing of Frontal Plane Trunk Lean, Not Magnitude, Mediates Frontal Plane Knee Joint Loading in Patients with Moderate Medial Knee Osteoarthritis. *Advances in Orthopedics*. 2018;2018.
14. Ferrigno C, Thorp L, Litdke R, Malloy P, Block J, Wimmer M, et al. Contributors to knee load redistribution using flexible footwear. *Osteoarthritis and Cartilage*. 2017;25:S116.
15. Sawada T, Tanimoto K, Tokuda K, Iwamoto Y, Ogata Y, Anan M, et al. Rear foot kinematics when wearing

- lateral wedge insoles and foot alignment influence the effect of knee adduction moment for medial knee osteoarthritis. *Gait & posture*. 2017;57:177-81.
16. Asay J, Erhart-Hledik J, Favre J, Andriacchi T. Total knee joint moment is associated with 5-year cartilage changes in patients with medial compartment knee osteoarthritis. *Osteoarthritis and Cartilage*. 2017;25:S109.
  17. Shimada S, Kobayashi S, Wada M, Uchida K, Sasaki S, Kawahara H, et al. Effects of disease severity on response to lateral wedged shoe insole for medial compartment knee osteoarthritis. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2006;87(11):1436-41.
  18. Collins NJ, Hinman RS, Menz HB, Crossley KM. Immediate effects of foot orthoses on pain during functional tasks in people with patellofemoral osteoarthritis: A cross-over, proof-of-concept study. *The Knee*. 2017;24(1):76-81.
  19. Faul F, Erdfelder E, Lang A-G, Buchner A. G\* Power 3: A flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. *Behavior research methods*. 2007;39(2):175-91.
  20. Fukaya T, Mutsuzaki H, Wadano Y. Kinematic analysis of knee varus and rotation movements at the initial stance phase with severe osteoarthritis of the knee. *The Knee*. 2015;22(3):213-6.
  21. Ferrari A, Benedetti MG, Pavan E, Frigo C, Bettinelli D, Rabuffetti M, et al. Quantitative comparison of five current protocols in gait analysis. *Gait & posture*. 2008;28(2):207-16.
  22. Winter DA. *Biomechanics and motor control of human movement*: John Wiley & Sons; 2009.
  23. Chiu M-C, Wang M-J. The effect of gait speed and gender on perceived exertion, muscle activity, joint motion of lower extremity, ground reaction force and heart rate during normal walking. *Gait & posture*. 2007;25(3):385-92.
  24. Keller TS, Weisberger A, Ray J, Hasan S, Shiavi R, Spengler D. Relationship between vertical ground reaction force and speed during walking, slow jogging, and running. *Clinical biomechanics*. 1996;11(5):253-9.
  25. Gök H, Ergin S, Yavuzer G. Kinetic and kinematic characteristics of gait in patients with medial knee arthrosis. *Acta Orthopaedica Scandinavica*. 2002;73(6):647-52.
  26. Messier SP, Loeser RF, Hoover JL, Semble EL, Wise CM. Osteoarthritis of the knee: effects on gait, strength, and flexibility. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 1992;73(1):29-36.
  27. Levinger P, Gilleard W. Tibia and rearfoot motion and ground reaction forces in subjects with patellofemoral pain syndrome during walking. *Gait & posture*. 2007;25(1):2-8.

## The Effect of Foot Orthoses with Lateral Wedge on Gait Ground Reaction Forces and Loading Rate in Individuals with Medial Knee Osteoarthritis

Mohammad Hasan Bijarchian<sup>1</sup>, Mahdi Majlesi<sup>2\*</sup>, Nader Farahpour<sup>3</sup>

1. MSc. in Sport Biomechanics, Department of Sport Biomechanics, Faculty of Humanities, Islamic Azad University, Hamedan Branch, Hamedan
2. Assistant Professor of Sport Biomechanics, Department of Sport Biomechanics, Faculty of Humanities, Islamic Azad University, Hamedan Branch, Hamedan
3. Professor of Sport Biomechanics, Kinesiology Department, Faculty of Sport Sciences, Bu-Ali Sina University, Hamedan

### ABSTRACT

**Aims and background:** The purpose of this study was to investigate the effect of lateral wedge insole on ground reaction forces and loading rate in patients with knee osteoarthritis.

**Materials and methods:** Ten individuals with medial knee osteoarthritis and 10 healthy subjects with similar age, height and mass were studied. The kinetic variables and walking speed of the subjects were calculated in walking conditions with barefoot, 0, 5 and 11 degrees lateral wedge insole. For inter-group comparison, the repeated measure and for between group comparison the MANOVA test were used, the level of significance was  $p < 0.05$ .

**Findings:** The results showed that using an insole, significantly increased the speed of walking in the osteoarthritis group ( $P < 0.05$ ). Also, the GRF was lower in damaged foot than that of normal foot when walking barefoot; besides the symmetry of foot was improved when osteoarthritis group used an insole. In general, the use of lateral wedge insole increased all components of the ground reaction force in the osteoarthritis group.

**Conclusion:** According to the results of this study, the use of insole improves control in the anterior-posterior direction and symmetry in the foot performance for osteoarthritis patients. However the increase in the Fx component indicated a reduction in lateral control during walking. Therefore, the use of ankle support brace for controlling medial lateral deviations can make it more stable while walking.

**Keywords:** Knee osteoarthritis, Gait, Insole, Ground reaction force

► Please cite this paper as:

Bijarchian MH, Majlesi M, Farahpour N [The Effect of Foot Orthoses with Lateral Wedge on Gait Ground Reaction Forces and Loading Rate in Individuals with Medial Knee Osteoarthritis (Persian)]. J Anesth Pain 2018;8(4):83-95.

**Corresponding Author:** Mahdi Majlesi, Department of Sport Biomechanics, Faculty of Humanities, Islamic Azad University, Hamedan Branch, Hamedan, Iran.

**Email:** majlesi11@gmail.com

فصلنامه علمی پژوهشی بیهوشی و درد، دوره ۸، شماره ۴، تابستان ۱۳۹۷