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 بارگذاری در گام برداری افراد مبتلا به استئوآرتریت داخلی زانو

محمدحسن بیجارچیان[۱]، مهدی مجلسی[۲*]، نادر فرهپور[۳]

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد بیومکانیک ورزشی، گروه تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد همدان، همدان، ایران
۲. استادیار بیومکانیک ورزشی، گروه تربیت‌بدنی 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 دریافت: ۱۳۹۷/۱/۲۵ تاریخ بازبینی: ۱۳۹۷/۳/۱۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۳/۲۱

چکیده

زمینـه و هـدف: هـدف از مطالعـه حاضـر بررسـی تأثیـر کفـی کفـش بـا گـوه خارجـی بـر نیروهـای عکس‌العمـل زمیـن و نـرخ بارگـذاری در گام‌بـرداری افـراد مبتـلا بـه اسـتئوآرتریت داخلـی زانـو بـود.

مـواد و روش هـا: تعـداد ۱۰ فـرد مبتـلا بـه اسـتئوآرتریت داخلـی زانـوی و ۱۰ فـرد سـالم بـا سـن، قـد و جـرم مشـابه در ایـن پژوهـش مـورد مطالعـه قـرار گرفتنـد. متغیرهـای کینتیکـی و سـرعت راه رفتـن آزمودنی‌هـا در شـرایط راه رفتـن بـا پـای برهنـه، بـا کفـش دارای کفـی ۰، ۵ و ۱۱ درجـه خارجـی محاسـبه گردیـد. در مقایسـه درون‌گروهـی از روش آمـاری Repeated measure و آزمـون t وابسـته و در مقایسـه بیـن گروهـی از آزمـون MANOVA و بـا سـطح معنـاداری $p<۰/۰۵$ اسـتفاده شـد.

یافته‌هـا: نتایـج نشـان داد اسـتفاده از کفـی موجـب افزایـش معنـی‌داری در سـرعت راه رفتـن در گـروه اسـتئوآرتریت گردیـده ($p<۰/۰۵$). همچنیـن نیـروی عکس‌العمـل در پـای آسـیب‌دیده نسـبت بـه پـای سـالم در وضعیـت راه رفتـن بـا پـای برهنـه کمتـر بـود؛ در شـرایط اسـتفاده از کفـی تقـارن در عملکـرد پاهـا بهبـود یافـت. به‌طورکلـی اسـتفاده از کفـی موجـب افزایـش در تمـام مؤلفه‌هـای نیـروی عکس‌العمـل در گـروه اسـتئوآرتریت گردیـد.

نتیجه‌گیـری: بـا توجـه بـه نتایـج ایـن پژوهـش، اسـتفاده از کفـی موجـب بهبـود کنتـرل در جهـت قدامی-خلفـی و ایجـاد تقـارن در عملکـرد پـای افـراد اسـتئوآرتریت گردیـد. امـا افزایـش در مؤلفـه Fx، نشـان‌دهنده کاهـش کنتـرل میانـی جانبـی در حیـن راه رفتـن می‌گـردد. بنابرایـن ممکـن اسـت اسـتفاده از نگهدارنـده مـچ پـا جهـت کنتـرل انحرافـات میانی-جانبـی موجـب پایـداری بیشـتر در حیـن راه رفتـن گـردد.

واژه‌های کلیدی: استئوآرتریت زانو، گام برداری، کفی کفش، نیروی عکس‌العمل زمین

مقدمه

اسـتئوآرتریت زانـو شـایع‌ترین آسـیب در مفصـل زانـو اسـت. اسـتئوآرتریت بخـش داخلـی زانـو بـه علـت الگـوی توزیـع بـار شـایع‌تر اسـت و بـه علـت تخریـب مفصـل سـینوویال و عملکرد آن ایجـاد می‌شـود[۱-۳]. افـراد دارای اسـتئوآرتریت زانـو عـلاوه بـر تحمـل درد، ضعـف در عملکـرد حرکتـی[۴] خشـکی مفصـل، کاهـش دامنـه حرکتـی و ضعـف عضـلات اطـراف مفصـل،

نویسنده مسئول: مهدی مجلسی، استادیار گروه تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد همدان، همدان، ایران
پست الکترونیک: majlesi11@gmail.com

[Downloaded from jap.iums.ac.ir on 2026-11-28]

سختی در بلند شدن از روی صندلی، گام‌برداری و بالا رفتن از پله را دارند[۵، ۶]. 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[۷] و این نیرو منتج به تغییرات آداکشنی خارجی زانو که یکی از مشخصه‌های استئوآرتریت کمپارتمان داخلی زانو است، می‌گردد[۳، ۸].

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 استئوآرتریت زانو خواهد شد[۹، ۱۰].

اطلاعات در مورد تغییرات الگوی گام برداری در بیماران استئوآرتریت در دهه‌های اخیر رو به افزاش است. نتایج پژوهش‌ها نشان دادند که بیماران استئوآرتریت 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)[۱۱]، 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[۵، ۱۲-۱۴].

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[۱۵، ۱۶]. مطالعات نشان داده‌اند که گشتاور آداکشنی زانو در افراد دارای استئوآرتریت زانو بیشتر از افراد سالم است. همچنین میزان این متغیر در افراد دارای استئوآرتریت شدید بیشتر از افراد با استئوآرتریت کم می‌باشد[۱].

یکی از روش‌های درمانی برای کاهش بار وارده بر 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 استئوآرتریت خواهد شد[۱۷، ۱۸]. با افزایش اطلاعات در زمینه فاکتورهای مؤثر بر مکانیزم اثر آسیب استئوآرتریت 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 گام برداری در بیماران استئوآرتریت است. بنابراین فرض می‌شود که استفاده از ارتوز با لبه خارجی باعث متقارن شدن نیروی عکس‌العمل زمین در دو پای افراد مبتلا به استئوآرتریت 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 استئوآرتریت 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 α=۰/۰۵ و توان آماری ۸۰ درصد[۱۹] تعداد ۸ نفر برای هر گروه در نظر گرفته شد که در این پژوهش تعداد ۱۰ مرد با استئوآرتریت داخلی زانو به‌عنوان گروه استئوآرتریت داخلی زانو (گروه OA) و ۱۰ مرد سالم همتا به‌عنوان گروه کنترل شرکت کردند. شرکت‌کنندگان گروه OA پرسشنامه ارزیابی کیفی koos (Knee injury and osteoarthritist out come score) را که شامل درد،

[Downloaded from jap.iums.ac.ir on 2026-11-28]

کیفیت زندگی، علائم بیماری و فعالیت روزانه بود را تکمیل نمودند. افرادی که در طی شش ماه گذشته دارای آسیبی (به‌جز آسیب استئوآرتریت 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 system, OxFord Metrics, OxFord, UK) 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 (Fx، Fy،Fz) 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 فیلتر باتروورث پایین‌گذر مرتبه چهارم با برش فرکانسی ۲۰ هرتز فیلتر شد[۲۰]. (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[۲۱].

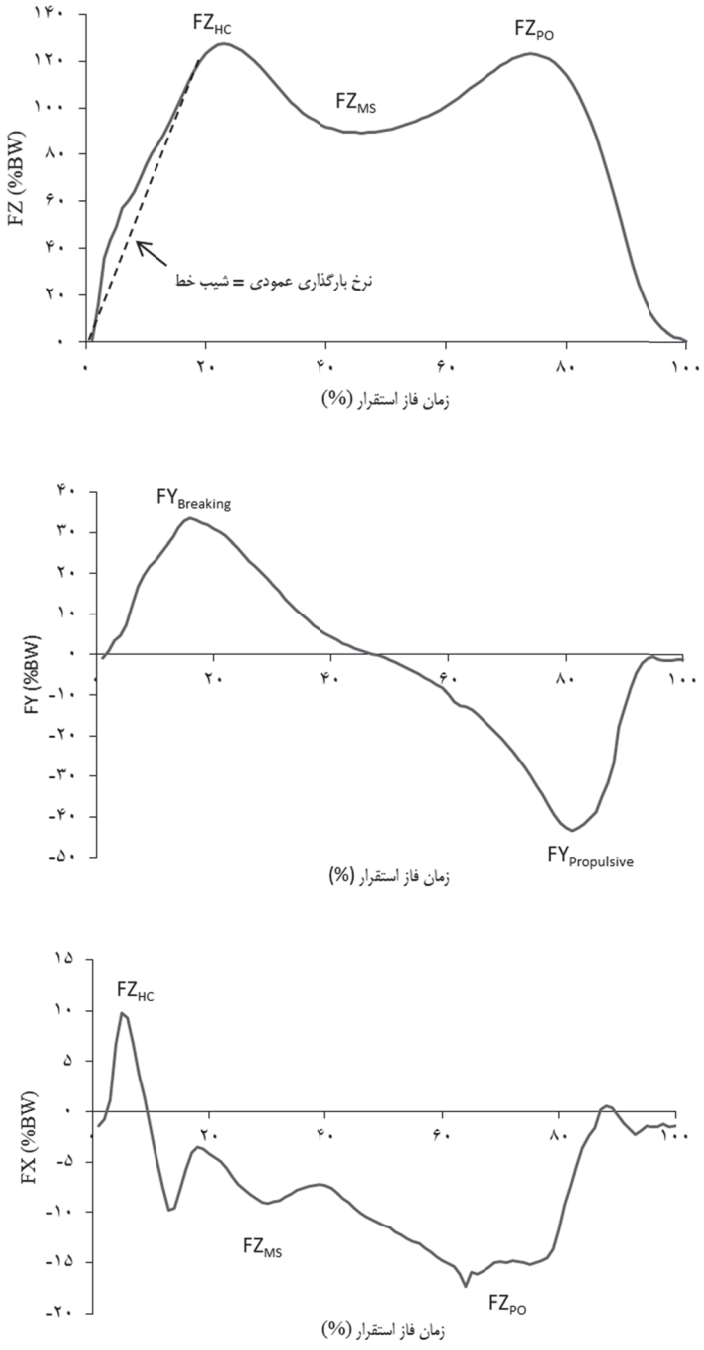
آزمودنی‌ها در مسیر تعین شده با سرعت عادی راه می‌رفتند. محل شروع گام‌برداری به‌طور آزمون و خطا به نحوی انتخاب شد که هر یک از پاها یک گام (استراید) کامل در داخل فضای کالیبره شده داشته باشند. فاصله محل شروع راه رفتن تا فضای کالیبره شده به حدی بود که تا قبل از ورود به فضای کالیبره شده آزمودنی حداقل ۷ گام برمی‌داشت[۲۲] 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) گام برداری با کفش با کفی ۰ درجه، ج) گام برداری 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

[Downloaded from jap.iums.ac.ir on 2026-11-28]



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.

[Downloaded from jap.iums.ac.ir on 2026-11-28]

برهنـه، راه رفتـن بـا کفـش دارای کفـی ۰ درجـه، راه رفتـن بـا کفـش دارای کفـی ۵ درجـه، راه رفتـن بـا کفـش دارای کفـی ۱۱ درجـه) و ب) عامـل سـمت بـدن بـا دو سـطح پـای دارای آسـیب اسـتئوآرتریت و پـای سـالم بـرای گـروه OA بـود. همچنیـن یـک عامـل بین‌گروهـی بـا دو سـطح گـروه OA (افـراد دارای اسـتئوآرتریت داخلـی زانـو) و گـروه کنتـرل (افـراد سـالم) در نظـر گرفتـه شـد. در ایـن پژوهـش دو سـری مقایسـه انجـام شـد. مقایسـه درون‌گروهـی کـه در هـر دو گـروه، راه رفتـن در شـرایط مختلـف مقایسـه شـد و مقایسـه بیـن گروهی کـه راه رفتـن در شـرایط مختلـف در دو گـروه بـا هـم مـورد مقایسـه قـرار گرفـت. بـا توجـه بـه طـرح پژوهـش، در مقایسـه درون‌گروهـی از روش آمـاری Repeated measure و آزمـون t وابسـته و در مقایسـه بیـن گروهـی از آزمـون MANOVA اسـتفاده شـد. کلیـه مراحـل تجزیـه و تحلیـل آمـاری داده‌هـا با اسـتفاده از نرم‌افـزار SPSS نسـخه ۱۶ و بـا سـطح معنـاداری $p<۰/۰۵$ انجـام گردیـد.

یافته‌ها

میانگیـن و انحـراف اسـتاندارد مشـخصات شـرکت‌کنندگان، در جـدول ۱ آورده شـده اسـت. همان‌طـور کـه مشـاهده می‌شـود افـراد گـروه کنتـرل از لحـاظ ویژگی‌هـای دموگرافیـک بـا افـراد گـروه OA تفـاوت معنـی‌داری نداشـتند. (جـدول ۱)

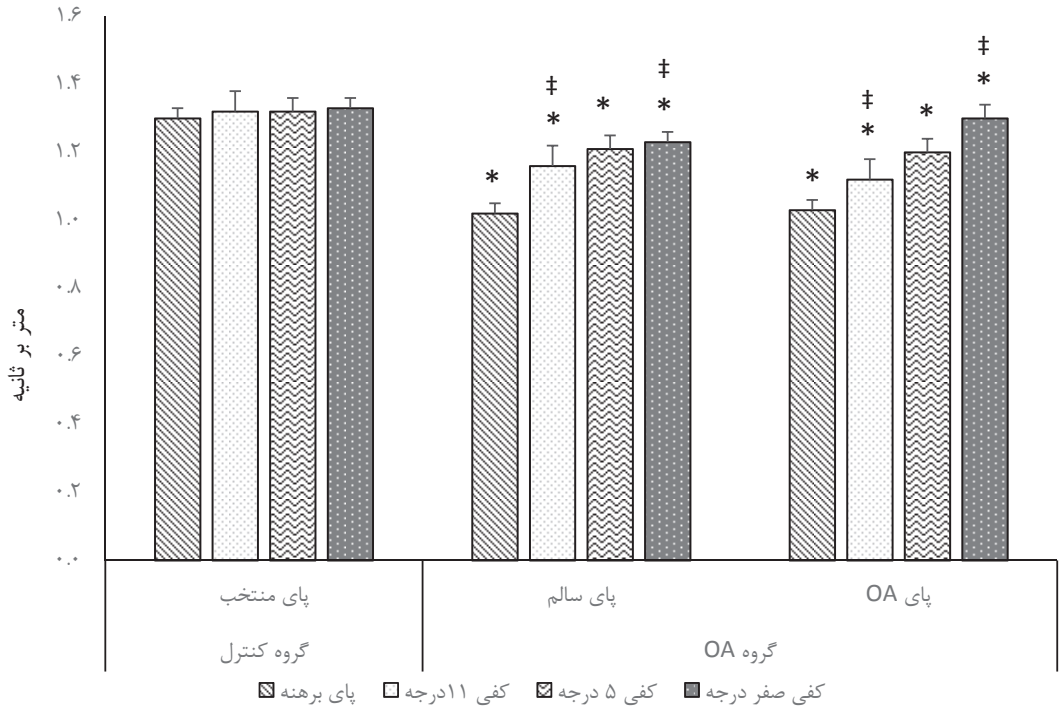
جدول ۱: میانگین و انحراف استاندارد (SD) ویژگی‌های دموگرافیک آزمودنی‌ها در گروه‌های مورد مطالعه

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

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

نتایـج تحلیل واریانس نشـان داد سـرعت راه رفتن در گروه OA به‌طـور معنی‌داری کمتر از گروه کنترل در تمامی شـرایط اسـت ($F(۳،۱۶)=۵/۵۶$، $p=۰/۰۰۸$، $Eta=۰/۵۱$). مقایسـه درون‌گروهی نشـان داد سـرعت راه رفتـن در گـروه OA در تمامـی شـرایط گام‌بـرداری دارای تفـاوت معنـی‌داری بـا گام بـرداری بـا پـای برهنـه دارد ($F(۳،۷)=۱۲/۲۲$، $p=۰/۰۰۴$، $Eta=۰/۸۴$) (نمـودار ۲). همچنیـن در تمـام شـرایط عملکـرد پای آسـیب‌دیده با پای سـالم تفاوت معنـی‌داری نداشـت ($p>۰/۰۵$).

[Downloaded from jap.iums.ac.ir on 2026-11-28]



نمودار ۲. مقایسه سرعت گام‌برداری در گروه‌های OA و کنترل در شرایط مختلف گام‌برداری.

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

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 (Eta=۰/۶۰، p=۰/۰۰۰، F(۳،۱۶)= ۲۶/۶۴). اثر متقابل بین دو عامل کفی و گروه معنی‌دار می‌باشد (Eta=۰/۱۶، p=۰/۰۲، F(۳،۱۶)= ۳/۴۱)، و بررسی درون‌گروهی نشان داد که استفاده از کفی موجب افزایش این مؤلفه در گروه OA گردیده است (Eta= ۰/۶۳، p=۰/۰۰۰، F(۳،۱۶)=۱۵/۴۴). 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 = ۰/۰۳)، اما در وضعیت استفاده از هر سه نوع کفی اختلاف معنی‌دار در عملکرد پاها وجود نداشت (p>۰/۰۵) (جدول ۲).

نتایج تحلیل عاملی نشان داد که در مؤلفه FzMS، اثر عامل کفی معنی‌داری بود (Eta=۰/۷۳، p=۰/۰۰۰، F(۳،۱۶)=۴۷/۹۱). همچنین تعامل بین گروه و کفی هم معنی‌دار بود (Eta=۰/۳۹، p=۰/۰۰۰، F(۳،۱۶)= ۱۱/۶۷)، بنابر 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 (Eta=۰/۵۱، p=۰/۰۰۰، F(۳،۱۶) =۱۸/۹۷) (جدول ۲).

نتایج تحلیل واریانس در مورد مؤلفه FzPO، نشان داد که

[Downloaded from jap.iums.ac.ir on 2026-11-28]

عامل کفی تأثیر معنی‌داری بر این مؤلفه نداشته است (Eta =۰/۰۸، p=۰/۱۹، F(۳،۱۶) =۱/۶۲) و نیز هر دو گروه در تمام شرایط راه رفتن دارای عملکرد مشابهی بودند (Eta=۰/۱۱، p =۰/۰۹، F(۳،۱۶) =۲/۲۶) (جدول ۲).

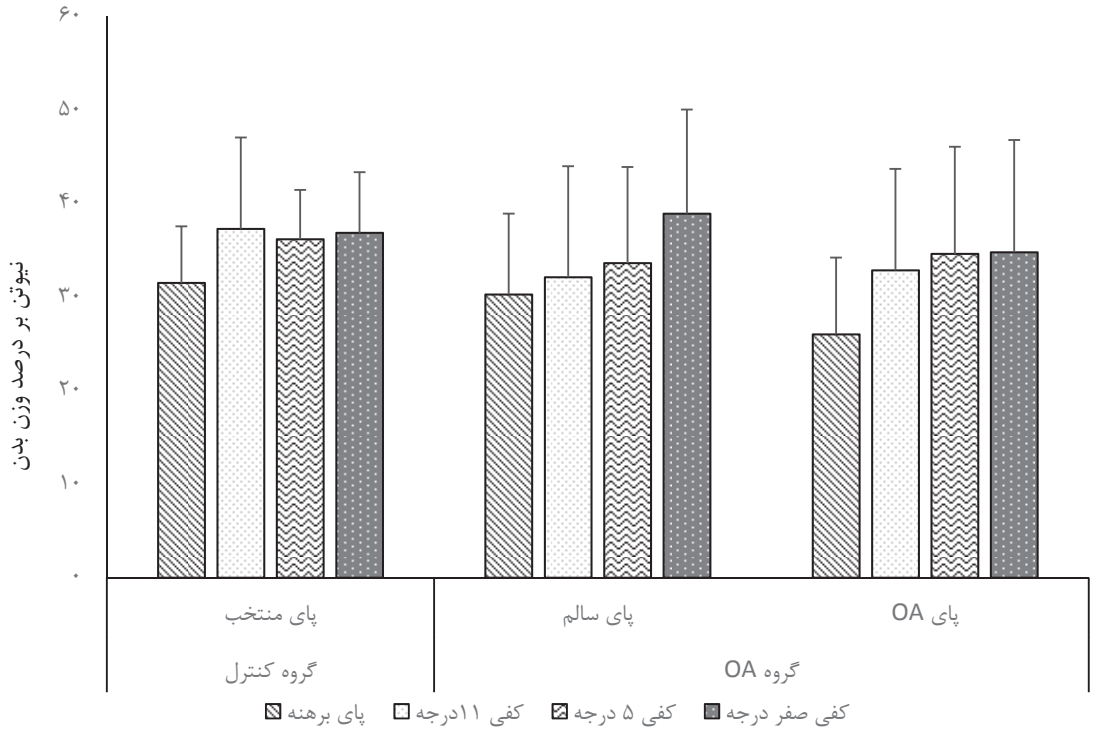
جدول ۲: مقایسه نیروی عکس‌العمل عمودی زمین (نیوتن بر درصد وزن بدن) در شرایط مختلف گامبرداری در دو گروه کنترل و OA

گروه							
متغیر	راه رفتن	گروه سالم	گروه OA		درون‌گروهی	بین گروهی	
		پای منتخب	پای سالم	پای OA		سالم/منتخب	OA/منتخب
FZHC	پای برهنه	۱۱۶/۷۲(۷/۰)	۱۱۳/۷۰(۱۰/۷)	۱۰۶/۴(۱۶/۳)	۰/۰۳*	۰/۴۶	۰/۰۸
	کفی ۱۱	۱۲۰/۵۹(۵/۹)	۱۱۹/۸۷(۱۳/۸)	۱۱۹/۲۴(۱۹/۱)	۰/۶۳	۰/۹۱	۰/۸۳
	کفی ۵	۱۲۳/۵۹(۴/۷)	۱۱۹/۱۴(۲۱/۲)	۱۲۲/۵۷(۲۰/۳)	۰/۴۱	۰/۵۳	۰/۸۸
	کفی صفر	۱۲۲/۴۱(۷/۰)	۱۲۲/۰۱(۱۷/۸)	۱۲۳/۶۳(۱۹/۸)	۰/۱۷	۰/۹۴	۰/۸۶
Fzp_2	پای برهنه	۸۱/۱۴(۶/۱)	۸۹/۵۱(۱۱/۳)	۱۰۸/۰۶(۱۷/۹)	۰/۰۰۰۱*	۰/۰۵	۰/۰۰۰۱*
	کفی ۱۱	۷۶/۴۴(۶/۳)	۸۵/۰۱(۱۰/۷)	۸۵/۵۹(۱۲/۲)	۰/۵۳	۰/۰۴*	۰/۰۵
	کفی ۵	۷۵/۱۹(۵/۷)	۸۰/۹۴(۱۳/۱)	۸۳/۵۸(۱۳/۳)	۰/۱۸	۰/۲۲	۰/۰۸
	کفی صفر	۷۶/۱۸(۶/۹)	۸۲/۹۳(۱۲/۱)	۸۲/۸۹(۱۲/۲)	۰/۹۶	۰/۱۴	۰/۱۵
Fzp_3	پای برهنه	۱۱۶/۱۴(۶/۶)	۱۱۴/۰۷(۱۹/۶)	۱۰۷/۲۴(۱۵/۸)	۰/۰۰۶*	۰/۷۵	۰/۱۲
	کفی ۱۱	۱۱۴/۸۹(۵/۴)	۱۱۳/۱۳(۲۰/۹)	۱۱۱/۹۸(۲۱/۸)	۰/۵۵	۰/۸۰	۰/۶۹
	کفی ۵	۱۱۵/۸۷(۴/۹)	۱۱۳/۳۴(۲۲/۱)	۱۱۳/۰۹(۲۲/۱)	۰/۹۱	۰/۷۲	۰/۷۰
	کفی صفر	۱۱۲/۶۰(۸/۸)	۱۱۳/۴۰(۲۰/۶)	۱۱۰/۹۹(۲۱/۴)	۰/۱۷	۰/۹۱	۰/۸۳

نکته. * وجود اختلاف معنیدار در سطح p<۰/۰۵

نتایج نشان داد که عامل کفی موجب افزایش معنی‌داری در مقدار مؤلفه FYBreaking (نیروی ترمزکنندگی در جهت قدامی خلفی) شده است (Eta =۰/۲۹، p=۰/۰۰۰، F(۳،۱۶) =۷/۲۶)؛ 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 (Eta=۰/۰۴، p=۰/۴۹، F(۳،۱۶) =۰/۸۱). ولی اثر متقابل بین کفی و عامل پا معنی‌دار بود (Eta=۰/۱۴، p=۰/۰۴، F(۳،۱۶) =۲/۸۴)، 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).

[Downloaded from jap.iums.ac.ir on 2026-11-28]



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

نتایج نشان داد که عامل کفی موجب افزایش معنی‌داری در مقدار مؤلفه FYPropulsive (نیروی پیش‌برندگی در جهت قدامی خلفی) گردیده است (Eta=۰/۲۹، p=۰/۰۰۰، F(۳،۱۶) =۷/۲۶). 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 (Eta=۰/۰۴، p=۰/۴۹، F(۳،۱۶) =۰/۸۱). نتایج نشان دادند اثر متقابل بین کفی و عامل پا معنی‌دار بود (Eta=۰/۱۴، p=۰/۰۴، F(۳،۱۶) =۲/۸۴)، 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 تأثیر معنی‌داری داشته و موجب افزایش مقدار این مؤلفه گردیده است (Eta=۰/۲۲، p=۰/۰۰۴، F(۳،۱۶) =۴/۹۲)، و نیز هر دو گروه در تمام شرایط راه رفتن دارای عملکرد مشابهی بودند (p>۰/۰۹).

نتایج تحلیل واریانس نشان داد عامل کفی موجب افزایش معنی‌داری در نرخ بارگذاری نیروی عکس‌العمل زمین گردیده است (Eta =۰/۲۳، p=۰/۰۰۳، F(۳،۱۶)=۵/۳۵)، 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 (Eta=۰/۲۳، p =۰/۰۰۳، F(۳،۱۶)=۵/۳۵) ، و در بقیه شرایط و بین دو گروه اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید.

[Downloaded from jap.iums.ac.ir on 2026-11-28]

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. درحالی‌که 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 [۲۳، ۲۴]. کاهش سرعت گام برداری همراه با افزایش در نیروی عکس‌العمل عمودی نشانه عدم کارایی گام برداری و بار بیشتر در مفاصل پروگسیمال می‌باشد[۲۲]. 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[۱].

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[۲۵]، 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[۲۶]. این تغییرات به علت کوتاه کردن مرحله پیش برندگی 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 Fy) در طی سوپینیشن باشد[۲۷]. نتایج مطالعات نشان داد که افزایش در نیروی Fx می‌تواند به علت کاهش در کنترل میانی جانبی بدن در حین راه رفتن باشد. مطابق با نتایج این مطالعه مقدار مؤلفه Fx در هر دو گروه در شرایط استفاده از کفی افزایش معنی‌داری نشان داده است که شاید بتوان نتیجه گرفت استفاده از کفی موجب کاهش کنترل میانی-جانبی بدن در هر دو گروه شده است.

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

[Downloaded from jap.iums.ac.ir on 2026-11-28]

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 موجب بهبود کنترل در جهت قدامی-خلفی گردیده است. درحالی‌که 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، مصوّب دانشگاه آزاد اسلامی واحد همدان می‌باشد. بدین‌وسیله نویسندگان، نهایت قدردانی را از مسئولین آزمایشگاه بیومکانیک ورزشی این دانشگاه و کلیه آزمودنی‌ها که داوطلبانه در این پژوهش شرکت کردند را دارند.

[Downloaded from jap.iums.ac.ir on 2026-11-28]

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, Moisio 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, Leitl 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. Hálfdanardóttir 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

[Downloaded from jap.iums.ac.ir on 2026-11-28]

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.

[Downloaded from jap.iums.ac.ir on 2026-11-28]

Journal of Anesthesiology and Pain Summer 2018, Vol 8, NO 4

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[1], Mahdi Majlesi[2*], Nader Farahpour[3]

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

[Downloaded from jap.iums.ac.ir on 2026-11-28]

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