

# مقایسه تأثیر گوه خارجی خلف پا و گوه خارجی قدام پا بر گشتاور اداکشن زانو در دانشجویان پسر سالم

\*فاطمه شمسی<sup>۱</sup>، فرهاد طباطبایی قمشه<sup>۲</sup>، محمود بهرامی زاده<sup>۳</sup>، سیدمحمدابراهیم موسوی<sup>۴</sup>، پوریا رضا سلطانی<sup>۵</sup>

## چکیده

**هدف:** کفی‌های دارای گوه خارجی برای کاهش نیروی عمل‌کننده روی کمپارتمان داخلی زانو طراحی شده‌اند. هدف این مطالعه بررسی اثرش محل قرارگیری گوه خارجی در زیر سطح کف پای (در قسمت خارجی خلف و خارجی قدام پا) بر گشتاور اداکشن زانو و نیروهای عکس‌العمل زمین بود.

**روش بررسی:** در این مطالعه پیش‌آزمون - پس‌آزمون، تجزیه و تحلیل سه بُعدی الگوی راه رفتن روی ۲۰ مرد سالم بین ۳۰-۱۸ انجام شد. گشتاور اداکشن زانو و نیروهای عکس‌العمل زمین بین سه وضعیت کفی ساده، کفی با گوه خارجی خلف پا با زاویه ۶ درجه و کفی با گوه خارجی قدام پا با زاویه ۶ درجه با هم مقایسه شدند. داده‌ها با استفاده از آزمون تی زوجی تحلیل شد.

**یافته‌ها:** هیچ تفاوتی در گشتاور اداکشن زانو در وضعیت استفاده از کفی ساده ( $9/72 \pm 1/501$ ) و کفی‌های دارای گوه خلفی خارجی ( $9/866 \pm 2/141$ ) و قدامی خارجی ( $9/952 \pm 1/986$ ) مشاهده نشد ( $P < 0/05$ ). نیروهای عکس‌العمل زمین و پارامترهای فضایی - زمانی نیز تحت تأثیر هیچ یک از کفی‌ها قرار نگرفته بودند ( $P < 0/05$ ).

**نتیجه‌گیری:** بر پایه یافته‌های مطالعه حاضر، جایگاه قرارگیری گوه خارجی زیر سطح کف پای، چه در قسمت پاشنه و چه در قسمت جلو پا تأثیری بر اثرگذاری این نوع کفی‌ها بر روی گشتاور اداکشن زانو و نیروهای عکس‌العمل زمین نداشت.

**کلید واژه‌ها:** کفی با گوه خارجی، ارتزهای پا، سینماتیک و سیپتیک، گشتاور اداکشن زانو

- ۱- کارشناس ارشد ارتز و پروتز، دانشگاه علوم بهزیستی و توانبخشی
- ۲- دکترای مهندسی بیومکانیک، استادیار دانشگاه علوم بهزیستی و توانبخشی
- ۳- دکترای ارتز و پروتز، استادیار دانشگاه علوم بهزیستی و توانبخشی
- ۴- متخصص ارتوپدی، استادیار دانشگاه علوم بهزیستی و توانبخشی
- ۵- کارشناس ارشد آمار، دانشگاه علوم بهزیستی و توانبخشی

دریافت مقاله: ۸۹/۸/۱

پذیرش مقاله: ۹۰/۶/۵

## \* آدرس نویسنده مسئول:

تهران، اوین، بلوار دانشجو، خیابان کودکیار، دانشگاه علوم بهزیستی و توانبخشی، گروه ارتز و پروتز

\* تلفن: ۲۲۸۹۰۰۴۹

\* رایانامه:

f.shamsi86@yahoo.com

**مقدمه**

اندام‌های تحتانی مبنا و تکیه گاه اصلی برای انسان در ایستادن و تحرک را فراهم می‌کنند (۱). در راه رفتن طبیعی نیروی عکس العمل زمین از سمت داخل زانو عبور می‌کند و یک گشتاور اداکشن حول این مفصل در سرتاسر مرحله استانس اعمال می‌کند و در نتیجه بخش عمده نیرو توسط کمپارتمان داخلی منتقل می‌شود (۲). در یک الگوی راه رفتن طبیعی حداکثر نیروی وارد بر روی کمپارتمان داخلی تقریباً ۲/۵ برابر نیروی اعمالی به کمپارتمان خارجی است (۳) و به نظر می‌رسد که گشتاور اداکشن زانو تأثیرگذارترین عاملی است که در نیروی اعمالی در سمت داخل مفصل در مفاصل دارای دفورمیتی واروس نقش دارد (۴،۵). همچنین این گشتاور، مولفه اصلی اثرگذار بر توزیع بار بین طبق داخلی و خارجی می‌باشد. (۶). بزرگی این گشتاور اداکشن نشان دهنده بزرگی بار فشارنده درونی روی کمپارتمان داخلی در حین راه رفتن است (۷). عموماً در کار بالینی از گوه خارجی برای مقابله با اثر افزایش گشتاورهای اداکشنی زانو استفاده می‌شود. (۸). یک گوه می‌تواند از طریق تنظیم راستای مفصل ساب‌تالار و میچ پا از حرکات جبرانی غیرطبیعی در مفاصل بالاتر جلوگیری کند (۹). گوه‌های خارجی برای کاهش گشتاور اداکشن زانو از طریق جابه‌جا کردن مرکز فشار نیروی عکس العمل زمین به سمت خارج مرکز زانو طراحی شده‌اند. جابه‌جایی مرکز فشار به سمت خارج باعث کاهش گشتاور اداکشن زانو از طریق کاهش بازوی اهرمی نیروی زمین حول مرکز مفصل زانو می‌شود (۱۰).

مطالعات بیومکانیکی اخیر با تکیه بر یافته‌هایی که عمدتاً بر پایه افراد سالم هستند حاکی از آنند که ارتزهای پا می‌توانند تغییرات سینماتیک و سینتیک و نیز تغییر در فعالیت عضلانی ایجاد کنند (۱۱). شواهد مرتبط با اثربخشی بالینی ارتزهای پا در کنترل اختلالات مختلف اندام تحتانی به طور گسترده در متون موجود هستند، در مقایسه تشریح اثرات بیومکانیکی ارتزهای پا بسیار محدوداند (۱۲). به علت اهمیت گشتاور اداکشنی زانو مطالعات مختلفی در این زمینه انجام شده است. نتایج به دست آمده از مطالعات مختلف روی اثر کفی‌های دارای گوه برگشتاورهای صفحه فرونتال تا حدودی متناقض‌اند. کرنشاو، پولو و کالتون (۲۰۰۲)، کریگان و همکاران (۲۰۰۲) و نیز کاکیهانا و همکاران (۲۰۰۵) کاهش در گشتاور واروس زانو هنگام استفاده از گوه خارجی را گزارش کردند (۱۵-۱۳)، در حالیکه نستور و همکاران (۲۰۰۳) مطالعات گسترده‌ای را انجام دادند اما نتوانستند تفاوت قابل ملاحظه‌ای را تشخیص دهند (۱۲). در جهت درک و شناخت بهتر اثر ارتزها مطالعات مختلف، جنبه‌های دیگری از استفاده از ارتزهای پا را مورد بررسی قرار داده‌اند. به طور مثال، اسلامی و

همکاران (۲۰۰۶) اثر قرارگیری گوه در سمت داخل، خارج، جلو و عقب پا روی تغییرپذیری زاویه‌ای مفاصل اندام تحتانی، لگن و تنه در ایستادن روی یک پا را بررسی کردند (۹) و مطالعات دیگری اثر اضافه کردن ساپورت قوس طولی به کفی با گوه خارجی بر بهبود اثرات بیومکانیکی کفی با گوه خارجی را بررسی کردند (۳،۱۶). اثر تغییر سفتی کف کفش بر گشتاور اداکشن زانو نیز مورد بررسی قرار گرفته است (۱۷،۱۸). نتایج متناقض حاصله از مطالعات روی اثر گوه‌های خارجی بر گشتاور اداکشنی زانو تا حدودی می‌تواند به علت خنثی شدن اثر بیومکانیکی گوه‌های خارجی توسط مفاصل متعدد موجود در مجموعه پا باشد (۱۹). کل اندام تحتانی در یک الگوی حرکتی بسته به هم مرتبط‌اند، بدین شکل که تغییرات در مفصل میچ، در وضعیت تحمل وزن روی اندام، بدون تغییر در وضعیت چرخشی ساق امکان پذیر نیست (۲۰). با توجه به خصوصیات آناتومیکی ذکر شده از مجموعه پا و توجه به این مساله که از گوه خارجی، که یکی از ارتزهای مجموعه پا است، برای ایجاد تغییراتی در زانو استفاده می‌شود، این مطالعه به بررسی اثر قرارگیری گوه خارجی در قسمت عقب پا و گوه خارجی در قسمت جلو پا بر گشتاور اداکشن زانو می‌پردازد. نتایج متناقض حاصل از مطالعات گذشته بر روی اثر بخشی گوه خارجی بر گشتاور اداکشن زانو و نیز عدم بررسی محل قرارگیری گوه در زیر سطح کف پای بر اثر بخشی این نوع کفی‌ها در مطالعات گذشته، مطالعه حاضر را ایجاب کرد.

**روش بررسی**

در این مطالعه پیش‌آزمون - پس‌آزمون، از بین دانشجویان پسر دانشگاه علوم بهزیستی که دارای الگوی راه رفتن طبیعی بودند، ۲۰ نفر به صورت ساده و در دسترس انتخاب شدند. معیار ما از الگوی راه رفتن طبیعی در این مطالعه، نداشتن هر گونه اختلال قابل رویت در راه رفتن، مثل خمش طرفی تنه یا افتادگی پا یا گذاشتن پا به داخل یا خارج بود (۲۰). آزمودنی‌ها بین ۱۸ تا ۳۰ سال سن داشتند و دارای شاخص توده بدنی نرمال (۲۰ تا ۲۵) (۲۲) بودند. در صورت وجود هر نوع اختلال عضلانی - اسکلتی در اندام‌های تحتانی (۲۳، ۱۲) یا وجود آسیبی که اخیراً به اندام تحتانی وارد شده بود (۲۴) یا در صورت استفاده از ارتزهای پا و جراحی در اندام تحتانی (۹)، فرد از نمونه خارج می‌شد. قبل از آزمون از هر آزمودنی رضایت نامه کتبی جهت شرکت آگاهانه در آزمون گرفته شد. در ابتدا از فرد خواسته می‌شد که شلوار کوتاه بپوشد و مارکرهای بازتابنده جهت مشخص نمودن محل مفاصل روی سر متاتارس پنجم، پشت پاشنه، قوزک خارجی، اپی کوندیل خارجی زانو و خار خاصره‌ای قدامی فوقانی قرار داده می‌شد (۱۸).



مجدداً پس از یک استراحت ۵ دقیقه‌ای، مرحله سوم آغاز می‌شد که در این مرحله کفی با گوه خارجی قدام پا که از جنس چوب پنبه بود و دارای زاویه ۶ درجه و ارتفاع ۸ میلی‌متر بود در کفش قرار داده می‌شد و آزمون مشابه مراحل قبل تکرار می‌شد. سپس گشتاور اداکشن زانو، به عنوان گشتاور خارجی عمل کننده روی زانو با استفاده از برنامه نویسی در محیط مطلب<sup>۱</sup> محاسبه شد و به وزن و قد آزمودنی‌ها نرمال شد. پارامترهای فضایی - زمانی نیز با استفاده از داده‌های ثبت شده از مارکر سر متاتارسال پنجم و مارکر پاشنه محاسبه شدند. مولفه‌های عمودی و قدامی - خلفی نیروی عکس العمل زمین توسط سیستم صفحه نیرو ثبت شدند و به وزن آزمودنی‌ها نرمال شدند. تمام داده‌ها برای پای غالب (که در همه آزمودنی‌ها پای راست بود) محاسبه شدند.

جهت انجام تجزیه و تحلیل آماری از نرم افزار اس پی اس اس<sup>۲</sup> نسخه ۱۶ استفاده شد. جهت بررسی میزان انطباق متغیرها با توزیع نرمال از آزمون کولموگروف - اسمیرنوف و تعیین سطح معناداری متغیرها از آزمون تی زوجی استفاده شد.

### یافته‌ها

داده‌های دموگرافیک آزمودنی‌ها در جدول شماره یک نشان داده شده‌اند.

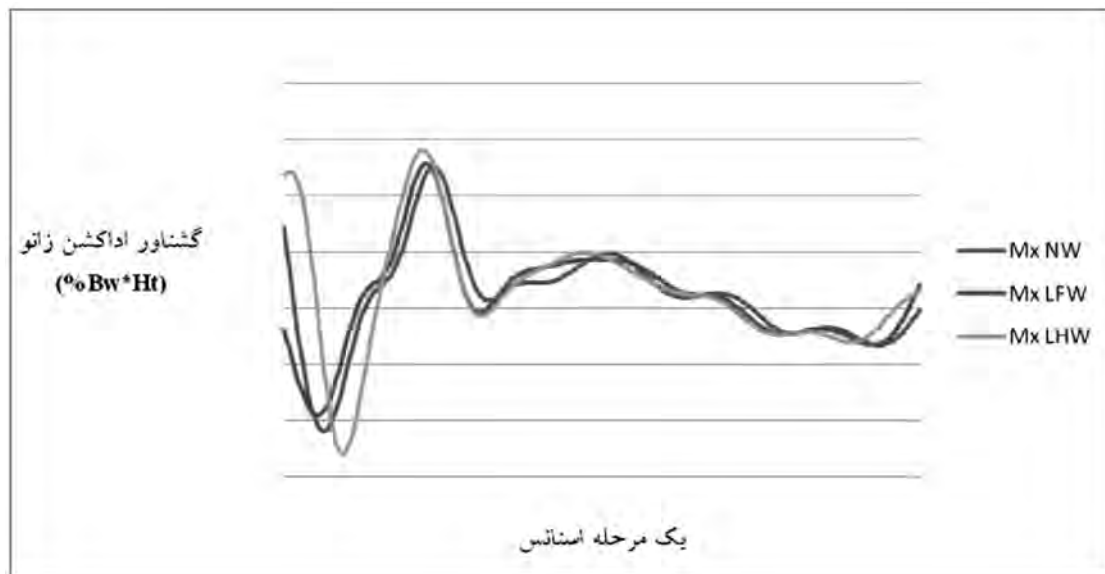
جدول ۱- داده‌های دموگرافیک آزمودنی‌ها

متغیر	میانگین	انحراف معیار	حداقل	حداکثر
سن (سال)	۲۰/۹	۱/۶۱۹	۱۸	۲۴
وزن (کیلوگرم)	۷۰/۳	۸/۹۸۱	۵۴/۱۴۶	۸۱/۶۹۱
قد (متر)	۱/۷۸	۰/۰۳۸	۱/۷۲	۱/۸۵
شاخص توده بدنی	۲۲/۰۱	۲/۰۹۵	۲۰	۲۵/۶۲۶

کفی بدون گوه معنادار نشد ( $P < 0.05$ ). پارامترهای فضایی - زمانی در جدول ۳ نشان داده شده‌اند. همانگونه که از نتایج پیداست هیچ تفاوتی در هیچ یک از این پارامترها در وضعیت استفاده از کفی با گوه نسبت به وضعیت استفاده از کفی بدون گوه مشاهده نشد.

مطالعه حاضر شامل سه مرحله بود. در مرحله اول کفی بدون گوه در کفشی که برای آزمون تهیه شده بود، که دارای خصوصیت کفش استاندارد اکسفورد بود (۲۵)، قرار داده می‌شد و از فرد خواسته می‌شد که کفش را بپوشد و مدتی با آن راه برود تا به آن عادت کند. سپس از فرد خواسته می‌شد که روی یک مسیر سه متری که مخصوص راه رفتن بود، راه برود. داده‌ها از طریق سیستم آنالیز حرکت وایکان که دارای شش دوربین بود و با فرکانس ۲۰۰ هرتز و دو سیستم صفحه نیرو با فرکانس ۱۰۰۰ هرتز ثبت می‌شدند. از فرد خواسته می‌شد که از ابتدای مسیر شروع به حرکت کند و راه رفتن طبیعی خود را داشته باشد و با سرعت طبیعی راه برود. به منظور دست یابی به آزمون‌های دقیق‌تر هر تست ۲ بار تکرار می‌شد. پس از مرحله اول از فرد خواسته می‌شد که به مدت ۵ دقیقه استراحت کند. سپس در مرحله دوم، کفی با گوه خارجی خلف پا که از جنس چوب پنبه بود و دارای زاویه ۶ درجه (۲۶) و ارتفاع ۸ میلی‌متر بود، در داخل کفش قرار داده می‌شد و از فرد خواسته می‌شد که مجدداً تست را به شکل قبل تکرار کند. انتخاب کفی با زاویه ۶ درجه و ارتفاع ۸ میلی‌متر در این مطالعه به این دلیل بود که کفی با این مقدار زاویه و ضخامت برای استفاده در داخل کفش مناسب‌تر از کفی‌هایی با شیب بیشتر بود و برای فرد آزار دهنده نبود و احتمال اثرات نامطلوب آن بر مفاصل پا نسبت به کفی‌هایی با زاویه و ضخامت بیشتر، کمتر بود.

گشتاور اداکشن زانو (نمودار ۱) در این مطالعه یک الگوی دو قله‌ای را نشان داد که با یافته‌های مطالعات قبل همسو می‌باشد (۳، ۱۱). میانگین و انحراف معیار قله اول گشتاور اداکشن زانو<sup>۳</sup> و قله دوم گشتاور اداکشن زانو<sup>۴</sup> محاسبه شده‌اند و در جدول ۲ نشان داده شده‌اند. همانطور که در جدول مشاهده می‌شود، تأثیر هیچ یک از کفی‌های دارای گوه بر گشتاور اداکشن زانو نسبت به وضعیت



نمودار ۱- نمودار تغییرات گشتاور اداکشن زانو<sup>۱</sup> مربوط به یک فرد در سه وضعیت مختلف (کفی بدون گوه<sup>۲</sup>، کفی با گوه خلفی خارجی<sup>۳</sup> و کفی با گوه قدامی خارجی<sup>۴</sup>)

جدول ۲- مقایسه میانگین و انحراف معیار گشتاور اداکشن زانو در وضعیت کفی با گوه و کفی بدون گوه

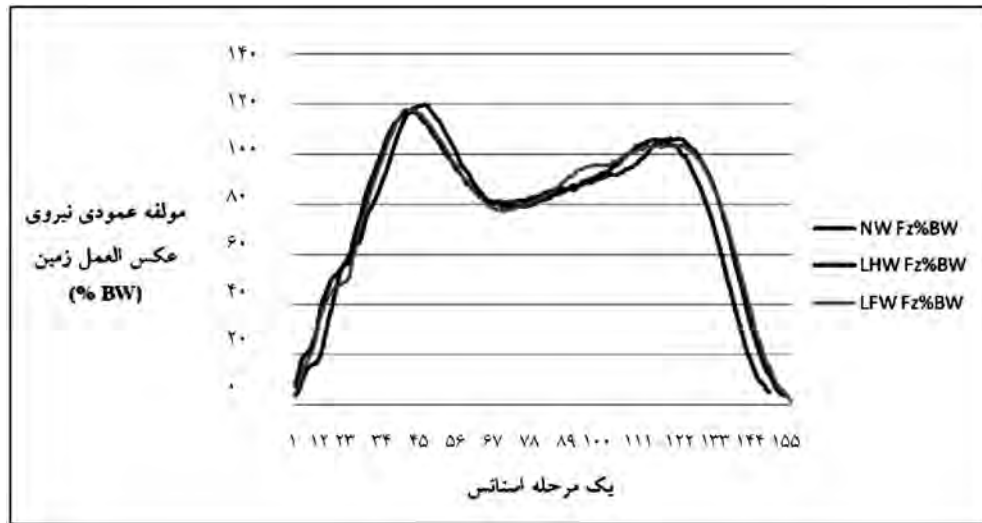
مقدار احتمال	کفی با گوه		کفی بدون گوه		متغیر	
	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین		
۰/۹۸۲	۷/۴۶۶	۲۱/۹۱۴	۷/۰۳	۲۱/۸۹	KmF1	کفی با گوه خارجی خلف پا
۰/۶۲۶	۲/۱۴	۹/۸۶۵	۱/۵۰۱	۹/۷۲	KmF2	در مقایسه با کفی ساده
۰/۸۸۹	۶/۶۹۴	۲۱/۷۱	۷/۰۳	۲۱/۸۹	KmF1	کفی با گوه خارجی قدام پا در
۰/۴۹۷	۱/۹۸۶	۹/۹۵۲	۱/۵۰۱	۹/۷۲	KmF2	مقایسه با کفی ساده

جدول ۳- مقایسه میانگین و انحراف معیار پارامترهای فضایی - زمانی

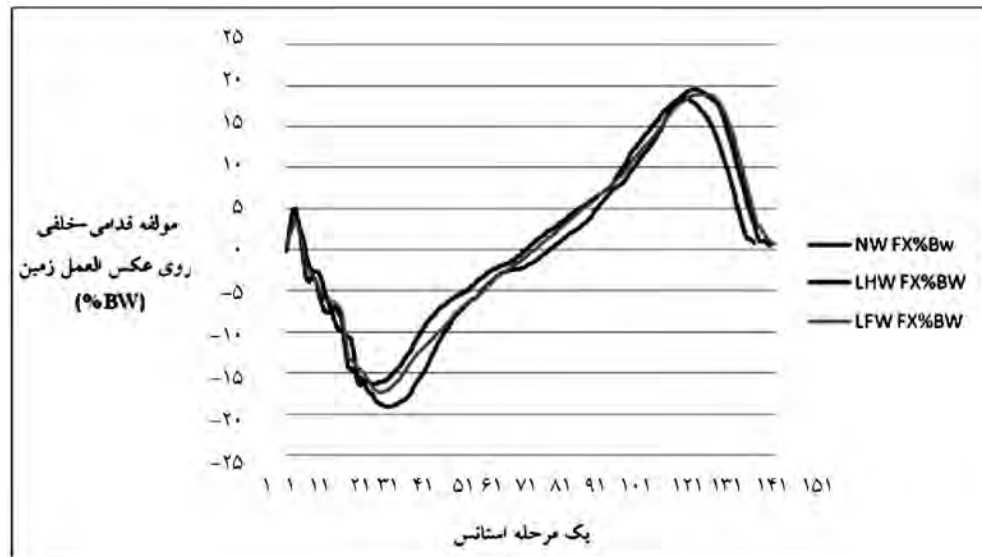
مقدار احتمال	کفی با گوه		کفی بدون گوه		متغیر	
	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین		
۰/۱۹۳	۸/۴۲	۹۷/۴۹۵	۱۰/۷۴۲	۹۵/۲۲۱	فرکانس قدم	کفی با گوه خارجی خلف پا در مقایسه با کفی ساده
۰/۵۷۸	۰/۰۶۸	۱/۳۰۸	۰/۰۴۴	۱/۳۱۶	طول گام	
۰/۳۰۸	۰/۱۰۹	۱/۰۶۳	۰/۱۱۴	۱/۰۴۳	سرعت راه رفتن	کفی با گوه خارجی قدام پا در مقایسه با کفی ساده
۰/۷۱۷	۷/۵۹	۹۵/۹۲۶	۱۰/۷۴۲	۹۵/۲۲۱	فرکانس قدم	
۰/۲۲۶	۰/۰۶۵	۱/۳۳۵	۰/۰۴۴	۱/۳۱۶	طول گام	
۰/۲۹۵	۰/۰۹۵	۱/۰۶۷	۰/۱۱۴	۱/۰۴۳	سرعت راه رفتن	

مولفه عمودی نیروی عکس العمل زمین دارای الگویی با دو قله و یک مقدار حداقل (نمودار ۲) و مولفه قدامی - خلفی نیروی عکس العمل زمین دارای الگویی با یک مقدار حداکثر و یک مقدار حداقل می باشد (نمودار ۳). برای مقایسه مولفه عمودی، اولین قله مولفه نیروی عکس العمل زمین<sup>۵</sup> حداقل مقدار مولفه عمودی نیروی عکس العمل زمین<sup>۶</sup> و دومین قله مولفه نیروی عکس العمل زمین<sup>۷</sup> در وضعیت های مختلف با هم مقایسه شدند. برای مقایسه مولفه قدامی - خلفی نیروی عکس العمل زمین در وضعیت های مختلف، حداقل مقدار مولفه قدامی - خلفی<sup>۸</sup> و حداقل مقدار مولفه قدامی - خلفی<sup>۹</sup> با هم مقایسه شدند. همانگونه که در جداول ۴ و ۵ مشاهده می شود تنها اثر گوه خارجی خلف پا بر اولین قله مولفه عمودی نیروی عکس العمل زمین معنادار شد ( $P=0/008$ ) و تأثیر کفی با گوه بر دیگر شاخص های مولفه عمودی و نیز بر مولفه قدامی - خلفی معنادار نشد.

1- Mx  
6- Fz,Min  
2- NW  
7- Fz,2.Max  
3- LHW  
8- Fx- Max  
4- LFW  
9- Fx- Min  
5- Fz,1.Max



نمودار ۲- نمودار تغییرات مولفه عمودی نیروی عکس‌العمل زمین<sup>۱</sup> در سه وضعیت مختلف (کفی بدون گوه، کفی با گوه خلفی خارجی و کفی با گوه قدامی خارجی)



نمودار ۳- نمودار تغییرات مولفه قدامی - خلفی نیروی عکس‌العمل زمین<sup>۱</sup> در سه وضعیت مختلف (کفی بدون گوه، کفی با گوه خلفی خارجی و کفی با گوه قدامی خارجی)

جدول ۴- مقایسه میانگین و انحراف معیار مولفه عمودی نیروی عکس‌العمل زمین

مقدار احتمال	کفی با گوه		کفی بدون گوه		متغیر	
	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین		
۰/۰۰۸	۵/۱۴۴	۱۰۸/۹۰۹	۵/۹۸۸	۱۰۶/۶۰۱	Fz, 1, Max	کفی با گوه خارجی خلف پا در مقایسه با کفی ساده
۰/۸۶۵	۵/۷۳۹	۸۰	۶/۹۵۱	۸۰/۲۴۴	Fz, Min	
۰/۴۰۳	۴/۹۵۷	۱۰۷/۲۲۲	۴/۷۲۳	۱۰۶/۷۶۹	Fz, 2, Max	کفی با گوه خارجی قدام پا در مقایسه با کفی ساده
۰/۹۹۸	۶/۳۹۱	۱۰۶/۵۹۷	۵/۹۸۸	۱۰۶/۶۰۱	Fz, 1, Max	
۰/۶۷۵	۵/۶۲	۸۰/۹۵۲	۶/۹۵۱	۸۰/۲۴۴	Fz, Min	
۰/۸۸۸	۵/۷۲۴	۱۰۶/۶۶	۴/۷۲۳	۱۰۶/۷۶۹	Fz, 2, Max	



جدول ۵- مقایسه میانگین و انحراف معیار مولفه قدامی-خلفی نیروی عکس العمل زمین

مقدار احتمال	کفی با گوه		کفی بدون گوه		متغیر	
	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین		
۰/۵۴۱	۲/۰۸۳	۱۵/۵۵۱	۱/۹۵۸	۱۵/۷۳	Fx- Max	کفی با گوه خارجی خلف پا در
۰/۵۶۵	۳/۴۹۴	-۱۴/۰۴	۳/۰۱۱	-۱۴/۵۹۴	Min Fx-	مقایسه با کفی ساده
۰/۳۹۳	۱/۹۰۱	۱۵/۴۲	۱/۹۵۸	۱۵/۷۳	Max Fx-	کفی با گوه خارجی قدام پا در
۰/۹۶۷	۲/۴۶۶	۱۴/۶۱۵	۳/۰۱۱	-۱۴/۵۹۴	Min Fx-	مقایسه با کفی ساده

### بحث

اکثر مطالعات اثر گوه‌های داخلی و خارجی روی پارامترهای بیومکانیکی صفحه فرونتال مفصل زانو و میزان درد گزارش شده توسط بیماران را مورد بررسی قرار داده‌اند. آن دسته از محققینی که اثر مثبت گوه‌های اعمالی روی کفش را گزارش می‌کنند بحث خود را بر پایه یافته‌های رادیولوژیک و بالینی و مقادیر سینماتیک می‌گذارند. بررسی‌هایی که اخیراً انجام شده نیز به مطالعه گشتاور عمل کننده در صفحه فرونتال مفصل زانو در طی راه رفتن پرداخته‌اند. این داده سینتیکی یک شاخص مستقیم از بارگیری صفحه فرونتال زانو فراهم می‌کند. معمولاً می‌توان گشتاور واروس زانو در طی مرحله استانس راه رفتن را اندازه گرفت. شکایت از درد در کمپارتمان داخلی زانو اغلب با افزایش غیر طبیعی در حداکثر میزان گشتاور صفحه فرونتال زانو همراه بوده است (۱۸). تفاوت در نتایج حاصله از مطالعات مختلف را می‌توان از جنبه‌های مختلفی مورد بررسی قرار داد. برخی مطالعات بر روی افراد سالم و برخی بر روی مبتلایان به استئوآرتریت داخلی زانو انجام شده و این احتمال وجود دارد که پاسخ زانوهای مبتلا به آرتروز به کفی‌هایی با گوه خارجی نسبت به زانوهای نرمال به علت کاهش قابلیت لیگامان و ساختار عضلانی زانوی آرتروزی، متفاوت باشند (۱۲). خمش طرفی تنه یکی از حرکات جبرانی است که می‌تواند گشتاور اداکشن زانو را تا حد زیادی تحت تأثیر قرار دهد و در این مطالعه این مساله تحت کنترل قرار نگرفته است. به علاوه، راه‌های متعددی برای پاسخگویی به مداخلات وجود دارند که از جمله می‌توان به خصوصیات فردی مثل راستای اندام تحتانی، هم انقباضی عضلات، محل قرارگیری پا و قدرت عضلانی اشاره کرد که این تفاوت‌ها ممکن است بر روی میزان اثربخشی مداخله روی حرکات صفحه فرونتال مفصل زانو تأثیر بگذارد (۱۸). کل اندام تحتانی در یک الگوی حرکتی بسته به هم مرتبط هستند، به گونه‌ای که هنگامی که پا در تماس با زمین است تغییر در هر یک از مفاصل منجر به تغییر در مفاصل بالاتر و یا پائین‌تر می‌شود (۲۰). بنابراین با توجه به این خصوصیت چنین فرض کردیم که استفاده از گوه خارجی قدام پا علاوه بر تغییرات در مفاصل پا و مچ بر مفاصل بالاتر نیز اثر بگذارد. نتایج حاصله نشان داد که کفی با گوه خارجی

طبق نتایج مطالعه حاضر، حداکثر گشتاور اداکشن زانو در وضعیت‌های متفاوت مورد آزمون یعنی استفاده از کفی با گوه خارجی خلف پا و کفی با گوه خارجی قدام پا و کفی بدون گوه تفاوت معناداری را نشان نداد. نه در اولین قله و نه در دومین قله گشتاور اداکشن زانو، کاهش دیده نشد. این نتیجه با مطالعه مالی و همکارانش (۲۰۰۲) که اثر گوه خارجی خلف پا و ارتزهای اصلاح شده را سنجیده بودند و نیز با مطالعه نستر و همکارانش (۲۰۰۳) که اثر ارتزهای دارای گوه‌های داخلی و خارجی بر گشتاور اداکشن را مورد بررسی قرار داده بودند و نیز با مطالعه اشمالز و همکارانش (۲۰۰۶) همخوانی داشت (۲۷، ۱۹، ۱۲). از طرف دیگر، برخی مطالعات اثر بخشی کفی‌های دارای گوه خارجی و یا اثر گوه خارجی اعمال شده روی کفش بر کاهش گشتاور اداکشن زانو را نشان داده‌اند. از جمله این مطالعات می‌توان به مطالعه کرنشاو و همکارانش (۲۰۰۰)، کریگان و همکارانش (۲۰۰۲)، شلبورن و همکارانش (۲۰۰۸) و نیز ناکاجیما و همکارانش (۲۰۰۹) اشاره کرد (۱۴، ۱۳، ۳، ۲). با توجه به یافته‌های این مطالعه و مقایسه با گزارشات مطالعات گذشته می‌بینیم که نتایج این مطالعه، این تئوری را که بیانگر ارتباط بین کاهش درد و بهبود عملکرد در افراد مبتلا به استئوآرتریت کمپارتمان داخلی زانو با تغییرات مکانیکی شامل راستای استاتیک و کاهش بارگیری روی سمت داخل مفصل زانو با استفاده از گوه خارجی خلف پا است، را به بحث می‌کشد.

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که کفی با گوه خارجی خلف پا بر هیچ یک از پارامترهای فضایی- زمانی الگوی راه رفتن از جمله سرعت راه رفتن، فرکانس قدم و طول گام اثر معناداری نداشت. این نتایج با مطالعات گذشته همسو بود. اثر کفی با گوه خارجی قدام پا نیز بر هیچ یک از پارامترهای فضایی- زمانی الگوی راه رفتن معنادار نبود.

تأثیر گوه خارجی خلف پا و گوه خارجی قدام پا بر مولفه‌های عمودی و قدامی - خلفی نیروی عکس العمل زمین نیز جز در مورد اولین قله مولفه عمودی، معنادار نشد.

**پیشنهادات پژوهشی و کاربردی**

جهت دست یابی به نتایجی بهتر و مطمئن تر، پیشنهاد می شود که مطالعه ای مشابه بر روی افراد مبتلا به استئوآرتریت انجام شود. همچنین، پیشنهاد می شود که در مطالعات بعدی، جهت دست یابی به نتایج بهتر، علاوه بر گوه های مورد استفاده در مطالعه حاضر، از کفی با گوه خارجی با طول کامل کف پا نیز استفاده شود.

**تشکر و قدردانی**

با تشکر از آزمایشگاه بیومکانیک گروه ارگونومی دانشگاه علوم بهزیستی و توانبخشی و با سپاس از مرکز سنجش بیومکانیک آکادمی ملی المپیک که در امر اجرای این مطالعه ما را یاری کردند.

قدام پا که تنها در این مطالعه مورد بررسی قرار گرفته است، اثر معناداری بر گشتاور اداکشن زانو نداشت.

**نتیجه گیری**

بر پایه یافته های مطالعه حاضر، جایگاه قرارگیری گوه خارجی زیر سطح کف پای، چه در قسمت پاشنه و چه در قسمت جلو پا تأثیری بر اثرگذاری این نوع کفی ها بر روی گشتاور اداکشن زانو و نیروهای عکس العمل زمین ندارد. و هیچ یک از این کفی ها اثر قابل توجهی بر کاهش گشتاور اداکشن زانو نداشتند. ناهمخوانی نتایج مطالعه حاضر با برخی مطالعات که اثربخشی کفی با گوه خارجی بر گشتاور اداکشن زانو را نشان داده اند می تواند به علت تفاوت در شرایط آزمون، نوع آزمودنی ها و عواملی همچون خمش تنه باشد که در این مطالعه کنترل نشده بود.

**منابع**

- 1- Zajac FE, Neptune RR, Kautz SA. Biomechanics and muscle coordination of human walking part 1: Introduction to concepts, power transfer, dynamics and Simulations. *Gait Posture*. 2002; 16(3): 215-32.
- 2- Shelburne KB, Torry MR, Steadman JR, Pandy MG. Effects of foot orthoses and valgus bracing on the knee adduction moment and medial joint load during gait. *Clin Biomech*. 2008; 23(6): 814-21.
- 3- Nakajima K, Kakihana W, Nakagawa T, Mitomi H, Hikita A, Suzuki R, et al. Addition of an arch support improves the biomechanical effect of a laterally wedged insole. *Gait Posture*. 2009; 29(2): 208-13.
- 4- Throp LE, Wimmwer MA, Block JA, Moio KC, Shott S, Goker B, et al. Bone mineral density in the proximal tibia varies as a function of static alignment and knee adduction angular momentum in individuals with medial knee osteoarthritis. *Bone*. 2006; 39(5): 1116-22.
- 5- Wada M, Maezawa Y, Baba H, Shimada S, Sasaki S, Nose Y. Relationships among bone mineral densities, static alignment and dynamic load in patients with medial compartment knee osteoarthritis. *Rheumatology*. 2001; 40(5): 499-505.
- 6- Guilak F, Butler DL, Goldstein SA, Mooney D. Functional tissue engineering. First edition. USA: Springer; 2003.
- 7- Sharma L, Song J, Felson DT, Cahue S, Shamiyeh E, Dunlop DD. The role of knee alignment in disease progression and functional decline in knee osteoarthritis. *JAMA*. 2001; 286(2):188-95.
- 8- Haim A, Rozen N, Dekel S, Halperin N, Wolf A. Control of knee coronal plane moment via modulation of center of pressure: a prospective gait analysis study. *J Biomech*. 2008; 41(14): 3010-6.
- 9- Eslami M, Tanaka C, Hinse S, Farahpour N, Allard P. Effect of foot wedge positions on lower-limb joints, pelvis and trunk angle variability during single-limb stance. *The Foot*. 2006; 16(4): 208-13.
- 10- Gelis A, Coudeyre E, Hudry C, Pelissier J, Revel M, Rannou F. Is there an evidence-based efficacy for the use of foot orthotics in knee and hip osteoarthritis? Elaboration of French clinical practice guideline. *Joint Bone Spine*. 2008; 75(6): 714-20.
- 11- Stacoff A, Quervain IK, Dettwyler M, Wolf P, List R, Ukello T, et al. Biomechanical effects of foot orthoses during walking. *The Foot*. 2007; 17(3): 143-53.
- 12- Nester CJ, van der Linden ML, Bowker P. Effect of foot orthoses on the kinematics and kinetics of normal walking gait. *Gait Posture*. 2003; 17(2): 180-7.
- 13- Crenshaw SJ, Pollo FE, Calton EF. Effects of lateral-wedged insoles on kinetics at the knee. *Clin Orthop Relat Res*. 2000; (375):185-92.
- 14- Kerrigan DC, Lelas JL, Goggins J, Merriman GJ, Kaplan RJ, Felson DT. Effectiveness of a lateral-wedge insole on knee varus torque in patients with knee osteoarthritis. *Arch Phys Med Rehabil*. 2002; 83(7): 889-93.
- 15- Kakihana W, Akai M, Nakazawa K, Takashima T, Naito K, Torii S. Effects of Laterally Wedged Insoles on Knee and Subtalar Joint Moments. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2005; 86(7):1465-71.
- 16- Forough B, Emadifar R, Saedi H, Ghasemi MS. [Comparing the efficacy of lateral-wedged insole with subtalar supporting and an in-shoe lateral-wedge in patients with varus deformity osteoarthritis of the knee (Persian)]. *Journal of Gorgan University of Medical Sciences*. 2007; 9(2): 51-5.
- 17- Fisher DS, Dyrby CO, Mündermann A, Morag E, Andriacchi TP. In healthy subjects without knee osteoarthritis, the peak knee adduction moment influences the acute effect of shoe interventions designed to reduce medial compartment knee load. *J Orthop Res*. 2007; 25(4): 540-6.
- 18- Erhart JC, Mündermann A, Elspas B, Giori NJ, Andriacchi TP. A variable-stiffness shoe lowers the knee adduction moment in subjects with symptoms of medial compartment knee osteoarthritis. *J Biomech*. 2008; 41(12): 2720-5.
- 19- Schmalz T, Blumentritt S, Drewitz H, Freslier M. The influence of sole wedges on frontal plane knee kinetics in isolation and in combination with representative rigid and semi-rigid ankle-foot-orthoses. *Clin Biomech*. 2006; 21(6): 631-9.
- 20- Levangie PK, Norkin CC. Joint structure and function: A comprehensive analysis. 4th edition. Philadelphia: F.A. Davis Company; 2005.
- 21- Whittle MW. Gait analysis: an introduction. 3rd edition. Philadelphia: Elsevier Health Sciences; 2002.
- 22- Grodner M, Long Anderson S, Deyoung S. Foundations & Clinical Applications of Nutrition: A Nursing Approach. Philadelphia: Mosby; 1996.
- 23- Lee CM, Jeong EH, Freivalds A. Biomechanical effects of wearing high-heeled shoes. *International Journal of Industrial Ergonomics*. 2001; 28(6): 321-6.
- 24- Murley GS, Bird AR. The effect of three levels of foot orthotic wedging on the surface electromyographic activity of selected lower limb muscles during gait. *Clin Biomech*. 2006; 21(10): 1074-80.
- 25- Lusard MM, Nielsen CC. Orthotics and Prosthetics in Rehabilitation. Second edition. Philadelphia: Saunders; 2007.
- 26- Kakihana W, Akai M, Yamasaki N, Takashima T, Nakazawa K. Changes of joint moments in the gait of normal subjects wearing laterally wedged insoles. *Am J Phys Med Rehabil*. 2004; 83(4):273-8.
- 27- Maly MR, Culham EG, Costigan PA. Static and dynamic biomechanics of foot orthoses in people with medial compartment knee osteoarthritis. *Clin Biomech*. 2002; 17(8):603-10.

# Effects of Lateral Heel and Forefoot Wedges on the Knee Adduction Moment in Healthy Male Students

\*Shamsi F.( M.Sc)<sup>1</sup>, Tabatabai Ghomshe F.(Ph.D.)<sup>2</sup>, Bahramizade M.(Ph.D.)<sup>3</sup>, Mousavi M.E.(M.D.)<sup>4</sup>, Rezasoltani P.(M.Sc.)<sup>5</sup>

Received: 24/10/2010

Accepted: 27/8/2011

1- M.Sc. of Orthotics and Prosthetics, University of Social Welfare & Rehabilitation Sciences, Tehran, Iran

2- Ph.D. of Biomechanics engineering, Assistant Professor of University of Social Welfare & Rehabilitation Sciences, Tehran, Iran

3- Ph.D. of Orthotics and Prosthetics, Assistant Professor of University of Social Welfare & Rehabilitation Sciences, Tehran, Iran

4- Orthopedist, Assistant Professor of University of Social Welfare & Rehabilitation Sciences, Tehran, Iran

5- M.Sc. of Statistics, University of Social Welfare & Rehabilitation Sciences, Tehran, Iran

**\*Correspondent Author Address:**

Physiotherapy Department, University of Social Welfare & Rehabilitation Sciences, Koodakyar Alley, Daneshjoo St., Evin, Tehran, Iran.

\*Tel: +98 21 2218 0049

\*E-mail: f.shamsi86@yahoo.com

## Abstract

**Objective:** Lateral wedged insoles have been designed to decrease the force applied on the medial knee compartment. The aim of this study was to assess the effects of laterally wedged insoles regarding to the placement of the wedge under the sole (under the heel or under the forefoot) on the knee adduction moment and the ground reaction forces.

**Material & Methods:** In this pretest-posttest study, three-dimensional gait analysis was performed on 20 healthy men between 18-30 years old. Knee adduction moment and ground reaction forces were compared among following three types of insoles: a flat insole, a 6° laterally inclined heel wedged insole and a 6° laterally - inclined forefoot wedged insole.

**Results:** there was no difference between three conditions (flat insole(9.72±1.501), lateral heel wedge (9.866±2.141) and lateral forefoot wedge (9.952±1.986) in peak knee adduction moment (P>0.05). Ground reaction forces and spatiotemporal parameters of gait were not affected by any types of these insoles (P>0.05).

**Conclusion:** Based on the current finding, placement of the lateral wedge under the sole, that is, under the heel or under the forefoot has no effect on the efficacy of these insoles on the adduction moment of the knee and ground reaction forces.

**Keywords:** lateral wedged insoles/ foot orthoses/ kinetics and kinematics/ knee adduction moment.