



Research Article

The Short-Term Effect of Anti-Pronation Insoles on Plantar Pressure Variables in Individuals with Anterior Cruciate Ligament Reconstruction with Pronated Feet during Running

Amir Ali Jafarnezhadgero^{1*}, Ehsan Fakhri Mirzanag¹, Raziye Alizadeh², Davood Khezri³

¹ Department. of Sport Biomechanics, Faculty of Educational Sciences and Psychology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.

² Department of Sports Biomechanics, Islamic Azad University of Tehran, Iran.

³ Department of Sports Biomechanics, Sport Sciences Research Institute, Tehran, Iran

* **Corresponding author:** Amir Ali Jafarnezhadgero, Associate. Department. of Sport Biomechanics, Faculty of Educational Sciences and Psychology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.

Email: amiralijafarnezhad@gmail.com

DOI: [10.61882/jams.28.4.261](https://doi.org/10.61882/jams.28.4.261)

How to Cite this Article:

Jafarnezhadgero AA, Fakhri Mirzanag E, Alizadeh R, Khezri D. The Short-Term Effect of Anti-Pronation Insoles on Plantar Pressure Variables in Individuals with Anterior Cruciate Ligament Reconstruction with Pronated Feet during Running. *J Arak Uni Med Sci.* 2025;28(4): 261-7. DOI: [10.61882/jams.28.4.261](https://doi.org/10.61882/jams.28.4.261)

Received: 07.07.2024

Accepted: 01.09.2025

Keywords:

Pronation feet;
Anterior cruciate ligament
reconstruction;
Foot pressure

© 2024 Arak University of Medical
Sciences

Abstract

Introduction: Using treatment interventions in patients with anterior cruciate ligament (ACL) are essential. Also, some studies have reported that medical insoles decrease the rate of incidence of ACL injury. Therefore, the objective of this study was to investigate the acute effect of short-term anti-pronation insoles on foot pressure variables in individuals with anterior cruciate ligament reconstruction with pronated feet during running.

Methods: The present study was a semi-experimental type that was done at 2022 in Ardabil city. The sample of this study consisted of 13 individuals with both ACLR and pronated foot aged 23.4 ± 2.5 years and 13 healthy ones aged 22.9 ± 4.1 years that was selected with available sampling method. Plantar pressure values were recorded during running with and without anti-pronated foot orthoses by foot scan device (sampling rate: 300 Hz). Two-way analysis of variance with repeated measures was used for statistical analysis.

Results: Results of the present study demonstrated a decreasing of peak plantar pressure variables on first ($P=0.044$), second ($P=0.010$), and fifth metatarsal ($P=0.027$) regions after using anti-pronated insoles during running stance phase.

Conclusions: Overall, it could be stated that foot orthoses possibly reduced plantar pressure and ground reaction force variables after anterior cruciate ligament reconstruction in individuals with pronated feet during running. However, further study is needed to better establish this issue.

اثر استفاده کوتاه مدت از کفی آنتی پرونیت بر متغیرهای فشار کفپایی در افراد دارای بازسازی رباط صلیبی قدامی با پای پرونیت طی دویدن

امیرعلی جعفرنژادگرو^{۱*}، احسان فخری میرزائق^۱، راضیه علیزاده^۲، داود خضری^۳

^۱ گروه بیومکانیک ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

^۲ گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

^۳ گروه بیومکانیک ورزشی، پژوهشگاه تربیت بدنی و علوم ورزشی، تهران، ایران.

* نویسنده مسئول: امیر علی جعفرنژادگرو، دانشیار بیومکانیک ورزشی، گروه بیومکانیک ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق

اردبیلی، اردبیل، ایران. ایمیل: amiralijafarnezhad@gmail.com

DOI: 10.61882/jams.28.4.261

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۴/۱۷	چکیده
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۶/۱۰	مقدمه: استفاده از مداخلات درمانی در بیماران با بازسازی رباط صلیبی قدامی (Anterior Cruciate Ligament) ACL ضروری می‌باشد. برخی از مطالعات گزارش دادند، که استفاده از کفی‌های طبی، میزان فشار کفپایی در بیماران را کاهش می‌دهند. بنابراین هدف پژوهش حاضر، اثر استفاده کوتاه‌مدت از کفی آنتی پرونیت بر متغیرهای فشار کفپایی در افراد دارای بازسازی رباط صلیبی قدامی با پای پرونیت طی دویدن بود.
واژگان کلیدی: پرونیشن پا؛ بازسازی رباط صلیبی قدامی؛ فشار کفپایی	روش کار: مطالعه حاضر از نوع نیمه تجربی می‌باشد که در سال ۱۴۰۱ در شهرستان اردبیل انجام شد. نمونه آماری این مطالعه شامل ۱۳ فرد پس از بازسازی ACL با پای پرونیت با میانگین سنی $23/2 \pm 4/5$ سال و ۱۳ فرد سالم با میانگین سنی $22/9 \pm 4/1$ سال بود که به طور در دسترس انتخاب شدند. مقادیر فشار کفپایی طی دویدن با و بدون استفاده از کفی آنتی پرونیت توسط دستگاه فوت اسکن (نرخ نمونه برداری: ۳۰۰ هرتز) ثبت شد. برای تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها از تحلیل آنالیز واریانس دو طرفه با اندازه‌های تکراری استفاده شد. یافته‌ها: نتایج پژوهش حاضر کاهش معنادار مقادیر اوج فشار کفپایی بر روی استخوان کفپایی اول ($P = 0/044$)، دوم ($P = 0/010$) و پنجم ($P = 0/037$) بعد از استفاده از کفی آنتی پرونیت طی فاز اتکا دویدن را نشان داد.
تمامی حقوق نشر برای دانشگاه علوم پزشکی اراک محفوظ است.	نتیجه‌گیری: به طور کلی می‌توان بیان نمود که استفاده از کفی آنتی پرونیت احتمالاً می‌تواند در کاهش مقادیر فشار کفپایی و مقادیر نیروی عکس‌العمل زمین در افراد دارای بازسازی ACL با پای پرونیت طی دویدن مؤثر باشد. باوجود این، اثبات هرچه بهتر این موضوع نیاز به انجام پژوهش‌های بیشتر در این زمینه دارد.

ارجاع: جعفرنژادگرو امیرعلی، فخری میرزائق احسان، علیزاده راضیه، خضری داود. اثر استفاده کوتاه مدت از کفی آنتی پرونیت بر متغیرهای فشار کفپایی در افراد دارای بازسازی رباط صلیبی قدامی با پای پرونیت طی دویدن. *مجله دانشگاه علوم پزشکی اراک* ۱۴۰۴؛ ۲۸ (۴): ۲۶۱-۲۶۷.

مقدمه

رباط صلیبی قدامی (Anterior Cruciate Ligament) ACL تنها یک عامل مفصل زانو نیست، بلکه این رباط دارای یکسری اطلاعات حسی برای ارسال به سیستم عصبی مرکزی در مورد وضعیت مفصل از طریق گیرنده‌های مکانیکی می‌باشد (۱). این اطلاعات حسی به طور همزمان در ورودی سیستم عصبی در بخش سیستم بینایی و دهلیزی پردازش می‌شود تا وضعیت بدن را مطابق با یک تکلیف حرکتی برنامه‌ریزی شده در یک محیط خاص تثبیت کند (۲). بنابراین، تعجب‌آور نیست که آسیب به ACL می‌تواند باعث ایجاد نقص در کنترل وضعیتی بدن مانند افزایش نوسان در بدن شود (۳-۵). به طوری که منجر به ایجاد تغییرات در کینماتیک و کینتیک حرکت مفصل زانو در صفحه ساجیتال می‌شود (۶).

همچنین به نظر می‌رسد، از نظر مکانیکی، مقدار نیروی عکس‌العمل زمین در راستای محور عمودی و میزان نرخ بارگذاری در افراد مبتلا به بازسازی رباط صلیبی قدامی در مقایسه با افراد سالم بیشتر می‌باشد (۷). گروهی از محققین، بیان داشته‌اند که پرونیشن مفصل ساب‌تالار سبب چرخش بیش از حد داخلی استخوان تیبیا و در نتیجه احتمال بروز اختلال مفصل زانو را افزایش می‌دهد (۸، ۹). بیشتر بیماران مبتلا به آسیب ACL با هدف بازگشت به فعالیت‌های عادی روزانه و به ویژه جهت شرکت در فعالیت‌های ورزشی تحت عمل جراحی ترمیمی قرار می‌گیرند. در حالی که روش‌های بازسازی رباط صلیبی قدامی ACLR عموماً منجر به بازیابی بهتر عملکرد مفصل زانو می‌شود (۱۰)، با این وجود نقص‌های کنترل وضعیتی در طول ایستادن بر روی دو پا در زمان معمول بازگشت به ورزش

پردازند، نتایج نشان‌دهنده جابه‌جایی کند COP در بیماران مبتلا به آسیب ACL در مقایسه با افراد سالم بود، که این ممکن است با خم شدن مفصل زانو طی راه رفتن در مرحله تماس پاشنه پا با سطح زمین همراه باشد (۲۵).

Suga و همکاران در مطالعه‌ای به بررسی اثرات پوشیدن کفی بر خطرات آسیب بیومکانیکی در افراد مبتلا به ACLR پرداختند، نتایج نشان داد، تعیین اثرات پوشیدن کفی برای بیماران که تحت ACLR قرار گرفته‌اند، نیاز به استفاده از کفی برای این افراد دارد (۲۶). Collins و همکاران به بررسی اثرات فوری ماساژ کف پا و کفی بافت‌دار بر راه رفتن بیماران با بازسازی رباط صلیبی اقدامی پرداختند، نتایج نشان داد، ماساژ کف پا و استفاده کوتاه‌مدت از کفی‌های بافت‌دار باعث بهبود حس پوستی در ناحیه کف پا در اندام درگیر به دنبال ACLR می‌شود (۲۷). در کل مطالعات کمی در خصوص فشار کف پای در افراد آسیب‌دیده انجام شده و با توجه به اهمیت نحوه توزیع فشار کف پا طی دویدن در افراد دارای ACLR هدف از این پژوهش، بررسی اثر استفاده آبی از کفی آنتی‌پرونیته بر متغیرهای فشار کف پای در افراد دارای بازسازی ACL و پای پرونیته طی دویدن بود.

روش کار

این مطالعه از نوع مداخله‌ای نیمه تجربی می‌باشد. که در سال ۱۴۰۱ در شهرستان اردبیل انجام شد. ۲۶ نفر در دو گروه (۱۳ نفر با بازسازی رباط صلیبی قدامی با پای پرونیته (سن: $4/5 \pm 23/2$ سال؛ وزن: $6/4 \pm 71/7$ کیلوگرم؛ قد: $177/1 \pm 7/4$ سانتی‌متر)، ۱۳ نفر افراد سالم (سن: $4/5 \pm 22/9$ سال؛ وزن: $6/1 \pm 72/7$ کیلوگرم؛ قد: $176/8 \pm 8/1$ سانتی‌متر) شرکت کردند. با استفاده از نرم‌افزار G*Power (نسخه 3.1.9.4) مشخص شد (۲۸)، که برای به دست آوردن ۸۰ درصد توان آماری با سطح آلفا ۰/۰۵ به ۳۰ شرکت‌کننده نیاز داریم تا نتایج قابل توجهی برای تأثیر کفی آنتی‌پرونیته طی دویدن به دست آوریم (۲۹). با توجه به تفاوت‌های جنسیتی گزارش شده در ویژگی‌های راه رفتن بیومکانیکی در مردان و زنان (۳۰-۳۲)، در این مطالعه فقط از گروه مردان مبتلا به پای پرونیته با بازسازی لیگامان ACL استفاده شد. بازسازی لیگامان ACL در همه آزمودنی‌ها از نوع گرافت همسترینگ بود که در حدود ۱ تا ۳ ماه بعد از آسیب انجام شده بود.

رضایت‌نامه کتبی مبنی بر شرکت در پژوهش از تمام آزمودنی‌ها گرفته شد. ویژگی‌های دموگرافیک و آنتروپومتریک آزمودنی‌ها شامل سن، قد، وزن در جدول ۱ آورده شده است. با استفاده از آزمون دوسوکور، عواملی که می‌توانست باعث منحرف شدن نتیجه آزمایش شوند، اطلاعات آزمون هم از دید شرکت‌کننده و هم از دید مسئول انجام آزمایش مخفی ماند.

معیارهای ورود به پژوهش شامل: وجود پای پرونیته، دامنه سنی ۱۸-۳۰ سال و گذشت ۶ ماه از بازسازی لیگامان ACL با گرافت همسترینگ افت استخوان ناوی بیشتر از ۱۰ میلی‌متر، شاخص پاسچر پا بین ۶ تا ۱۰ و اورژن ریرفوت بیشتر از ۴ درجه در حالت ایستاده در نظر گرفته شد، معیارهای خروج از پژوهش شامل ناهنجاری‌های اندام تحتانی و تنه سابقه جراحی، سابقه آسیب‌های مفاصل مچ پا و ران و سابقه استفاده از کفی بود (۳۳).

۷ ماه پس از ACLR گزارش شده است (۱۱)، پای انسان که ساختار پیچیده و چند مفصلی دارد و بیشترین تأثیر را بر روی مکانیک اندام تحتانی طی حرکات دینامیک مانند راه رفتن دارد (۱۲). پا را می‌توان به عنوان تنها بخش بدن معرفی کرد که در حال حرکت با سطوح خارجی تماس پیدا می‌کند و برای حفظ تعادل در طی راه رفتن نقش مهمی را بر عهده دارد (۱۳). نیروی کششی، قیچی‌وار و چرخشی طی فاز اتکا راه رفتن و دویدن باید توسط اندام تحتانی توزیع شود و اگر این نیروها به خوبی توزیع نشود، حرکات به صورت غیرطبیعی انجام می‌گیرد و به دنبال آن فشار زیاد به بافت‌های نرم آسیب وارد می‌کند و باعث کاهش کارایی عضلات می‌گردد (۱۴). به نظر می‌رسد به طور بالقوه خطر بروز آسیب ACL در طول یک فعالیت حرکتی پیچیده بیشتر می‌باشد (۱۵). بنابراین، مدیریت یک وظیفه حرکتی پیچیده یعنی اجرای همزمان وظایف حرکتی و توجهی، می‌تواند در افراد مبتلا به ACLR سخت باشد و منجر به بروز اختلالات در عملکرد فرد شود (۱۵، ۱۶).

مطالعات در افراد دارای بازسازی رباط صلیبی قدامی در حین اجرای برخی از حرکات جبرانی از تغییرات بیومکانیکی مانند افزایش انحراف داخلی پا، کاهش زمان تماس پا با سطح زمین و تغییر در مسیر مرکز فشار گزارش داده‌اند (۱۷، ۱۸). هلدیکی و همکاران در مطالعه‌ای، افزایش توزیع فشار کف پای در ناحیه بخش داخلی و خارجی پاشنه در افراد مبتلا به ACLR را گزارش دادند، همچنین آن‌ها انجام مداخلات درمانی در این افراد برای مطالعات آینده را پیشنهاد دادند (۱۹).

همچنین در مطالعه‌ای دیگر گزارش شده که آسیب به ACL منجر به تغییر در توزیع فشار کف پای می‌شود و بازسازی ACL این تغییرات را به حالت عادی باز می‌گرداند (۲۰). همچنین در مورد به کار بردن کفی برای کاهش پرونیته مفصل ساب تالار و در نتیجه کاهش چرخش داخلی تیبیا، نتایج متفاوتی از سوی محققین گزارش شده است (۲۱). به عنوان مثال، بلچامبر و همکاران گزارش کردند، که در اغلب افراد استفاده از کفی برای کاهش پرونیته پا، ممکن است سبب وارد آوردن فشار مضاعف بر مفصل زانو گردد (۲۲).

از طرفی دیگر مطالعات کارآزمایی بالینی نشان داده‌اند، که کفی آنتی‌پرونیته برای استفاده طولانی‌مدت طی دویدن (۲۳) نسبت به کفی‌های تخت بهتر هستند (۲۳). با این حال به نظر می‌رسد استفاده از کفی آنتی‌پرونیته در مفصل زانو جهت کاهش چرخش داخلی تیبیا و در نتیجه کاهش پرونیته یا مفیدتر باشد. در همین راستا برغمندی و همکاران به مقایسه اثر آبی و طولانی‌مدت کفی Arch Support بر فعالیت الکتریکی عضلات طی فرود در تکنیک شوت سه گام در هندبال‌بست‌های دارای پای پرونیته پرداختند، به نظر می‌رسد که استفاده آبی و بلندمدت از کفی Arch Support می‌تواند علاوه بر بهبود فعالیت الکتریکی عضلات اندام تحتانی در هنگام پرش و فرود منجر به بهبود تعادل، جذب شوک‌های ناشی از فرود و ثبات مفصل مچ پا در هندبال‌بست‌های دارای پرونیته پا شود (۲۴).

همچنین در ارتباط با بررسی سایر مقادیر بیومکانیکی مانند فشار کف‌پایی در این افراد می‌توان به پژوهش اوکادا و همکاران که به بررسی الگوی فشار کف‌پایی در افراد با آسیب رباط صلیبی قدامی طی راه رفتن

جدول ۱. مقایسه میانگین سن، قد و وزن گروه بازسازی رباط صلیبی قدامی با پای پرونیت و گروه سالم

مشخصات	گروه بیمار (حجم نمونه = ۱۳) انحراف معیار $\pm$ میانگین	گروه سالم (حجم نمونه = ۱۳) انحراف معیار $\pm$ میانگین	سطح معنی داری
سن (سال)	۲۳/۰۲ $\pm$ ۴/۰۵	۲۲/۰۹ $\pm$ ۴/۱۵	۰/۷۶۶
قد (سانتی متر)	۱۷۷/۰۱ $\pm$ ۷/۰۴	۱۷۶/۰۸ $\pm$ ۸/۰۱	۰/۶۵۶
وزن (کیلوگرم)	۷۱/۰۷ $\pm$ ۶/۰۴	۷۲/۰۷ $\pm$ ۶/۰۱	۰/۵۹۸



تصویر ۱. ثبت متغیرهای فشار کف پای طی راه رفتن

برای تشخیص پای پرونیت از افت استخوان ناوی بیشتر از ۱۰ میلی متر، شاخص پاسچر پا بین ۶ تا ۱۰ و اورژن ریرفوت بیشتر از ۴ درجه در حالت ایستاده در نظر گرفته شد (۳۴). پژوهش حاضر توسط کمیته اخلاقی IR.SSRC.REC.1401.140 تصویب شد.

در پژوهش حاضر از کفی حمایت کننده قوس طولی داخلی که دارای اختلاف ارتفاع ۲۰ میلی متر در بخش قوس طولی داخلی نسبت به بخش خارجی بود استفاده شد. داده ها در دو شرایط با و بدون استفاده از کفی طی دویدن در مرکز سلامت و تندرستی دانشگاه محقق اردبیلی هر روز از ساعت ۹ تا ۱۴ زیر نظر کارشناس آزمایشگاه (با ۱۰ سال سابقه کار) ثبت شدند. از دستگاه فوت اسکن (مدل آر، اس، اسکن ساخت کشور بلژیک با ۴۳۶۳ سنسور) جهت ثبت داده های متغیر فشار کفپایی با استفاده از نرم افزار (آر، اس، اسکن) با فرکانس نمونه برداری ۳۰۰ هرتز استفاده شد، دستگاه در وسط مسیر دویدن ۱۵ متری قرار داده شد. ابتدا فرایند کالیبره نمودن دستگاه فوت اسکن انجام شد. در ابتدا برای هر آزمودنی یک کوشش ایستا ثبت گردید که در آن وزن آزمودنی و طول پای وی در نرم افزار دستگاه ثبت گردید. کوشش دویدن صحیح شامل برخورد کامل پا بر روی بخش میانی دستگاه فوت اسکن بود. اگر فوت اسکن توسط آزمودنی جهت تنظیم گام مورد هدف قرار می گرفت یا تعادل آزمودنی دچار اختلال می شد، کوشش دویدن تکرار می شد. داده های فشار کف پای طی فاز انکای دویدن استخراج شد. برای تنظیم قرارگیری پای آزمودنی ها بر روی فوت اسکن طی دویدن، ۵ مرتبه عمل دویدن به طور آزمایشی توسط هر آزمودنی انجام گرفت. پس از آن ۳ کوشش قابل قبول با سرعت مشخص انجام شد و الگوی دویدن پاشنه به پنجه هر آزمودنی ثبت گردید. متغیرهای مورد نظر اوج اولیه و ثانویه نیروی عمودی عکس العمل زمین و اوج متغیرهای فشار کفپایی در نواحی ده گانه پا که این نواحی به ترتیب شامل انگشت شست، انگشتان دوم تا پنجم، استخوان کفپایی اول، استخوان کف پای دوم، استخوان کف پای سوم، استخوان کف پای چهارم، استخوان کف پای پنجم، بخش میانه پا، بخش داخلی پاشنه و بخش خارجی پاشنه استخراج گردید.

فاز برخورد پاشنه با زمین توسط بیشتر بودن نیروی عمودی عکس العمل بیشتر از ۲۰ نیوتن و جدا شدن پنجه توسط آخرین داده بیشتر از ۲۰ نیوتن مشخص گردید. داده های نیروی عمودی عکس العمل زمین توسط فیلتر باتروورث پایین گذر مرتبه چهارم و با برش فرکانس ۲۰ هرتز انجام شد. برای نرمال نمودن مقادیر نیروی عکس العمل زمین، این مقادیر بر جرم بدن تقسیم و در عدد ۱۰۰ ضرب شدند.

تمام تحلیل ها توسط نرم افزار SPSS نسخه ۲۲ (version 22, IBM Corporation, Armonk, NY) انجام شد. برای بررسی نرمال بودن داده ها از آزمون Shapiro-Wilk استفاده شد. جهت تحلیل آماری داده ها از آزمون آنالیز واریانس دوسویه با اندازه های تکراری در سطح معنی داری ۰/۰۵ استفاده شد. از آزمون Bonferroni به عنوان تست تعقیبی استفاده شد. جهت مقایسه مشخصات دموگرافیک دو گروه طی پیش آزمون از آزمون Independent sample T-test استفاده شد.

یافته ها

مطابق جدول ۱، نتایج آزمون Independent sample T-test نشان داد، هیچ تفاوت معنی داری بین مشخصات دموگرافیک گروه ها وجود ندارد. جدول ۲ نشان داد که اثر عامل گروه بر مقادیر اوج اولیه نیروی عکس العمل زمین در راستای محور عمودی به لحاظ آماری معنی دار بود ($P = ۰/۰۰۹$). آزمون تعقیبی نشان داد که مقادیر اوج اولیه نیروی عکس العمل زمین در گروه بازسازی ACL نسبت به گروه سالم بزرگتر است. همچنین نتایج در سایر متغیرهای نیروی عکس العمل زمین در هر دو گروه تفاوت معنی داری را نشان نداد ($P > ۰/۰۰۵$).

جدول ۳ نشان داد که اثر عامل کفی بر متغیر فشار کفپایی استخوان اول ($P = ۰/۰۴۴$)، دوم ($P = ۰/۰۱۰$)، و پنجم ($P = ۰/۰۳۷$)، و قسمت میانی کف پا ($P = ۰/۰۰۱$) به لحاظ آماری معنی دار می باشد، همچنین مقایسه جفتی نتایج نشان دهنده کاهش معنی دار فشار بر روی این نواحی در هر دو گروه طی استفاده از کفی آنتی پرونیت نسبت به بدون کفی را نشان داد. اثر عامل گروه بر متغیر فشار کف پای انگشتان شست ($P = ۰/۰۰۱$)، دوم تا پنجم ($P = ۰/۰۰۸$)، استخوان کف پای چهارم ($P = ۰/۰۰۵$)، پنجم ($P = ۰/۰۰۱$)، و

جدول ۲. آنالیز واریانس دوسویه، میانگین و انحراف استاندارد متغیر اوج اولیه و ثانویه نیروی عکس العمل زمین (درصدی از وزن بدن) قبل و بعد استفاده از کفی آنتی پرونیت در دو گروه بازسازی رباط صلیبی قدامی با پای پرونیت و گروه سالم طی دویدن

سطح معنی داری	ACL (n = ۱۳)				سالم (n = ۱۳)			
	انحراف معیار $\pm$ میانگین				انحراف معیار $\pm$ میانگین			
اثر متقابل کفی و گروه	اثر عامل گروه	اثر عامل کفی	با کفی	بدون کفی	با کفی	بدون کفی	با کفی	بدون کفی
۰/۳۳۶ (۰/۰۴۱)	۰/۰۰۹ (۰/۲۵۱) *	۰/۳۲۳ (۰/۰۴۱)	۲۲۴/۶۳±۰۴/۰۱	۲۲۴/۵۱±۵۹/۲۴	۱۶۱/۱±۴۷/۰۳	۱۷۹/۴۵±۰۶/۰۹	۱۶۱/۱±۴۷/۰۳	۱۷۹/۴۵±۰۶/۰۹
۰/۶۴۱ (۰/۰۰۹)	۰/۰۵۸ (۰/۱۴۲)	۰/۶۴۱ (۰/۰۰۹)	۳۵۴/۰۳±۶۷/۰۹	۳۰۸/۰۵±۵۴/۰۱	۲۸۵/۰۶±۵۹/۰۶	۲۹۷/۰۷±۴۴/۰۸	۲۸۵/۰۶±۵۹/۰۶	۲۹۷/۰۷±۴۴/۰۸

جدول ۳. آنالیز واریانس دوسویه، میانگین و انحراف استاندارد متغیر فشار کف پای (کیلو پاسکال) نواحی ده گانه پا قبل و بعد استفاده از کفی آنتی پرونیت در دو گروه بازسازی رباط صلیبی قدامی با پای پرونیت و گروه سالم طی دویدن

سطح معنی داری	ACL (n = ۱۳)				سالم (n = ۱۳)			
	انحراف معیار $\pm$ میانگین				انحراف معیار $\pm$ میانگین			
اثر متقابل کفی و گروه	اثر عامل گروه	اثر عامل کفی	با کفی	بدون کفی	با کفی	بدون کفی	با کفی	بدون کفی
۰/۰۲۶/۰۴۲۷	۰/۰۰۰ (۰/۴۵۷) *	۰/۰۰۴ (۰/۰۲۹)	۱۲۵/۳۰±۲۴/۸۵	۱۲۷/۷۸±۲۹/۰۳	۳۴۰/۱۷±۷۸/۰۵	۴۳۹/۵۳±۴۱/۰۶	۳۴۰/۱۷±۷۸/۰۵	۴۳۹/۵۳±۴۱/۰۶
۰/۰۰۶/۰۷۰۱	۰/۰۰۸ (۰/۲۵۶)	۰/۰۰۳ (۰/۰۰۳)	۱۹۶/۶۸±۹۰/۰۵	۱۹۵/۱۹±۸۰/۸۱	۱۲۳/۴۲±۴۹/۵۶	۱۳۰/۳۵±۳۱/۳۷	۱۲۳/۴۲±۴۹/۵۶	۱۳۰/۳۵±۳۱/۳۷
۰/۰۰۰/۰۹۳۳	۰/۰۹۵ (۰/۱۲۲)	۰/۰۴۴ (۰/۱۵۸)	۳۵۱/۹۱±۷۴/۹۴	۳۹۹/۸۱±۹۵/۸۳	۴۰۹/۶۰±۱۲۶/۵۸	۴۵۳/۷۹±۹۱/۰۷	۴۰۹/۶۰±۱۲۶/۵۸	۴۵۳/۷۹±۹۱/۰۷
۰/۰۰۷/۰۱۸۴	۰/۰۱۲ (۰/۰۹۴)	۰/۰۱۰ (۰/۲۴۴)	۲۱۹/۸۳±۸۳/۰۷	۲۶۰/۳۸±۱۰۵/۸۳	۲۴۷/۴۱±۲۹/۴۳	۲۶۱/۲۲±۳۸/۳۰	۲۴۷/۴۱±۲۹/۴۳	۲۶۱/۲۲±۳۸/۳۰
۰/۰۰۳/۰/۷۸۳	۰/۰۰۰ (۰/۰۹۶۵)	۰/۰۳۷ (۰/۳۴۴)	۲۷۳/۱۱±۸۷/۴۷	۲۹۶/۳۵±۹۹/۷۸	۲۷۹/۶۰±۸۷/۲۲	۲۹۲/۴۴±۷۳/۲۷	۲۷۹/۶۰±۸۷/۲۲	۲۹۲/۴۴±۷۳/۲۷
۰/۰۱۲/۰/۵۹۵	۰/۰۰۵ (۰/۲۸۶)	۰/۰۱۱ (۰/۰۶۱۵)	۳۰۷/۹۵±۱۰۵/۱۶	۳۰۷/۴۵±۱۰۷/۲۹	۲۰۶/۷۱±۶۱/۲۴	۲۴۴/۳۹±۶۳/۱۷	۲۰۶/۷۱±۶۱/۲۴	۲۴۴/۳۹±۶۳/۱۷
۰/۰۰۸/۰/۱۶۱	۰/۰۰۱ (۰/۳۹۰)	۰/۰۳۷ (۰/۱۶۸)	۱۵۸/۲۷±۶۷/۵۹	۲۰۰/۴۱±۶۷/۴۵	۱۰۲/۵۷±۴۵/۲۷	۱۱۱/۲۹±۳۴/۵۰	۱۰۲/۵۷±۴۵/۲۷	۱۱۱/۲۹±۳۴/۵۰
۰/۰۴۲/۰/۰۰۰	۰/۰۰۰ (۰/۰۸۰)	۰/۰۰۰ (۰/۴۲۲)	۶۵۶/۳۰±۲۱۹/۳۱	۴۲۴/۷۱±۱۹۵/۶۹	۴۵۵/۰۵±۱۰۸/۶۱	۴۵۱/۰۶±۱۲۷/۹۱	۴۵۵/۰۵±۱۰۸/۶۱	۴۵۱/۰۶±۱۲۷/۹۱
۰/۰۱۰/۰/۶۳۰	۰/۰۰۰ (۰/۴۳۳)	۰/۰۰۲ (۰/۰۸۳۹)	۷۲۴/۷۴±۱۵۶/۲۱	۷۱۵/۳۷±۱۲۲/۰۲	۴۹۵/۸۵±۱۶۹/۲۷	۵۱۸/۸۳±۱۵۷/۶۸	۴۹۵/۸۵±۱۶۹/۲۷	۵۱۸/۸۳±۱۵۷/۶۸
۰/۰۱۰/۰/۰۰۶	۰/۰۰۰ (۰/۵۵۸)	۰/۰۰۹ (۰/۰۶۵۴)	۷۱۱/۳۳±۱۳۲/۰۹	۶۶۱/۹۱±۱۵۶/۴۸	۴۳۵/۲۹±۹۴/۴۴	۴۶۳/۶۹±۱۰۵/۳۸	۴۳۵/۲۹±۹۴/۴۴	۴۶۳/۶۹±۱۰۵/۳۸

کف پای در بخش دوم استخوان کف پای و انتهای این استخوان بعد از یک دوره دویدن به مدت ۶۰ دقیقه به طور معنی داری در افراد با پای پرونیت افزایش پیدا می کند (۳۷). به نظر می رسد استفاده از کفی آنتی پرونیت منجر به کاهش فشار در این نواحی می شود.

از آنجایی که با هر تغییری در الگوی راه رفتن و دویدن، نحوه توزیع فشار کف پای تحت تأثیر قرار خواهد گرفت. به طوری که مطالعات نشان داده، هرچه ورزشکار پای پرونیت بیشتری داشته باشد ارتباط بیشتری با آسیب ACL وجود دارد (۳۸). پرونیشن پا خط پیشروی راه رفتن و دویدن را به سمت داخل بدن می کشاند که بار وارده به سمت داخلی پا را افزایش و فشار وارده به سمت خارج پا را کاهش می دهد و باعث انتقال توزیع فشار کفپایی از سمت خارج به سمت داخل پا می شود (۳۹).

در همین راستا Unver و همکاران در پژوهشی گزارش کردند، که دویدن مداوم با سرعت متوسط باعث افزایش فشار زیر سر متاتارسالا دوم و تغییر بار از ناحیه جانبی به قسمت ناحیه داخلی پاشنه پا می شود. و این تغییر وضعیت ممکن است یکی از دلایل مرتبط با ایجاد پرونیشن پا باشد (۴۰).

همچنین Rao و همکاران در مطالعه خود گزارش کردند، که افزایش اوج فشار در زیر استخوان متاتارسالا ۲ و ۳ احتمالاً با ایجاد سندرم درد کشکک رانی در دوندگان تفریحی تازه کار همراه باشد. همچنین در مطالعه حاضر نتایج نشان دهنده افزایش معنی دار فشار بر روی قسمت میانی کف پا در هر دو گروه طی استفاده از کفی آنتی پرونیت بود. علت احتمالی برای افزایش فشار بر روی این ناحیه می تواند به وجود ساپورت قوس طولی در کفی باشد. از طرف دیگر با وجود افزایش قوس طولی در کفی آنتی پرونیت احتمالاً افزایش فشار در این ناحیه به دلیل مقدار سفتی کفی در این ناحیه باشد که این نتایج با تحقیق Rao و همکاران همسو می باشد (۴۱).

بخش داخلی ($P = ۰/۰۰۱$)، و خارجی ($P = ۰/۰۰۱$)، استخوان پاشنه به لحاظ آماری معنی دار می باشد. همچنین مقایسه جفتی نتایج نشان دهنده کاهش معنی دار فشار بر روی استخوان شست طی استفاده از کفی آنتی پرونیت در گروه افراد دارای بازسازی ACL و پای پرونیت نسبت به گروه سالم می باشد.

بحث

پژوهش حاضر، اثر استفاده کوتاه مدت از کفی آنتی پرونیت بر متغیرهای فشار کف پای در افراد دارای بازسازی ACL و پای پرونیت طی دویدن بود. نتایج پژوهش حاضر نشان داد، اثر عامل گروه بر متغیر فشار کف پای انگشت شست، دوم تا پنجم، استخوان کف پای چهارم، پنجم، و بخش داخلی و خارجی استخوان پاشنه به لحاظ آماری معنی دار می باشد، همچنین مقایسه جفتی نتایج، نشان دهنده کاهش معنی دار فشار بر روی استخوان شست در گروه افراد دارای بازسازی ACL و پای پرونیت نسبت به گروه سالم می باشد. نتایج پژوهش حاضر نشان داد، اثر عامل کفی بر متغیر فشار کف پای استخوان اول، دوم و پنجم و قسمت میانی کف پا به لحاظ آماری معنی دار می باشد، همچنین مقایسه جفتی نتایج نشان دهنده کاهش معنی دار فشار بر روی این نواحی در هر دو گروه طی استفاده از کفی آنتی پرونیت نسبت به بدون کفی را نشان داد.

در راستای نتایج پژوهش حاضر، مطالعات پیشین، کاهش معنی دار اوج فشار کف پای در زیر استخوان چهارم و پنجم کف پای در افراد با پای پرونیت در مقایسه با گروه سالم را گزارش دادند (۳۵). به طوری که در پژوهش ما مقادیر فشار کف پای در این نواحی در افراد با بازسازی رباط صلیبی قدامی و پای پرونیت در مقایسه با گروه سالم بیشتر بود. به نظر می رسد آسیب رباط و بازسازی آن منجر به تغییر توزیع فشار کف پای در این نواحی می گردد.

Escamilla-Martínez و همکاران گزارش دادند که مقادیر فشار

نتیجه‌گیری

به طور کلی می‌توان بیان نمود که استفاده از کفی آنتی پرونیته احتمالاً می‌تواند در کاهش مقادیر فشار کف پای و مقادیر نیروی عکس‌العمل زمین در افراد دارای بازسازی ACL با پای پرونیته طی دویدن موثر باشد. باوجود این، اثبات هرچه بهتر این موضوع نیاز به انجام پژوهش‌های بیشتر در این زمینه دارد.

تشکر و قدردانی

از تمامی نفرت شرکت‌کننده در این پژوهش کمال تشکر را داریم.

سهم نویسندگان

مفهوم‌سازی و طراحی مطالعه: امیر علی جعفرزادگرو، احسان فخری میرزاق کسب، تحلیل و تفسیر داده‌ها: راضیه علیزاده، احسان فخری میرزاق، داود خضری
تهیه پیش‌نویس دست‌نوشته: احسان فخری، امیرعلی جعفرزادگرو، راضیه علیزاده
بازبینی نقادانه دست‌نوشته برای محتوای فکری مهم: داود خضری، امیر علی جعفرزادگرو، احسان فخری میرزاق
تحلیل آماری: امیر علی جعفرزادگرو، امیرعلی جعفرزادگرو، احسان فخری میرزاق، راضیه علیزاده

تضاد منافع

نویسندگان اظهار داشتند تعارض منافی وجود ندارد.

References

1. Tripon M, Praz C, Ferreira A, Drigny J, Reboursière E, Hulet C. Clinical outcome of iterative meniscal suture after ACL reconstruction at a minimum of 2 years' follow-up. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2024;110(1):103754. **pmid:** 37951303 **doi:** 10.1016/j.otsr.2023.103754
2. Ng MK, Vasireddi N, Emara AK, Lam A, Voyvodic L, Rodriguez AN, et al. Anterolateral knee complex considerations in contemporary anterior cruciate ligament reconstruction and total knee arthroplasty: a systematic review. *Eur J Orthop Surg Traumatol.* 2024;34(1):319-30. **pmid:** 37490068 **doi:** 10.1007/s00590-023-03647-2
3. Seil R, Mouton C, Lion A, Nührenbörger C, Pape D, Theisen D. There is no such thing like a single ACL injury: profiles of ACL-injured patients. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2016;102(1):105-10. **pmid:** 26776099 **doi:** 10.1016/j.otsr.2015.11.007
4. McIlroy W, Maki B. Preferred placement of the feet during quiet stance: development of a standardized foot placement for balance testing. *Clin Biomech (Bristol).* 1997;12(1):66-70. **pmid:** 11415674 **doi:** 10.1016/s0268-0033(96)00040-x
5. Winter DA. Human balance and posture control during standing and walking. *Gait Posture.* 1995;3(4):193-214. **doi:** 10.1016/0966-6362(96)82849-9
6. Jafarnejadgero A, Ghorbanloo F, Fatollahi A, Dionisio VC, Granacher U. Effects of an elastic resistance band exercise program on kinetics and muscle activities during walking in young adults with genu valgus: A double-blinded randomized controlled trial. *Clin Biomech (Bristol).* 2021;81:105215. **pmid:** 33203537 **doi:** 10.1016/j.clinbiomech.2020.105215
7. Dennis JD, Nilius AE, Birchmeier TB, Dewig DR, Pietrosimone BG, Blackburn JT. Biomechanical contributors to loading rates during gait following anterior cruciate ligament

از طرف دیگر نتایج پژوهش استوارت و همکاران بر خلاف یافته نتایج پژوهش حاضر می‌باشد (۴۲). احتمالاً این اختلاف به جهت نوع ابزار مورد استفاده برای اندازه‌گیری فشار باشد زیرا که این محققین فشار موجود بین کف پا و کف داخلی کفش را با استفاده از دستگاه تو کفشی پدار اندازه‌گیری کردند اما در مطالعه حاضر فشار موجود بین کف زیرین کفش و زمین با استفاده از دستگاه فوت اسکن اندازه‌گیری شده است. مغایرت برخی از نتایج مطالعه حاضر با تحقیقات دیگر نیز ممکن است به جهت نوع مطالعه (اثرات کوتاه یا طولانی‌مدت) باشد.

از آنجایی که افزایش نیروی عکس‌العمل زمین در راستای محور عمودی ممکن است یک عامل خطر مکانیکی برای آسیب‌های ارتوپدی باشد (۴۳). نتایج پژوهش حاضر نشان داد، اثر عامل گروه بر مقادیر اوج اولیه نیروی عکس‌العمل زمین در راستای محور عمودی به لحاظ آماری معنادار می‌باشد. آزمون تعقیبی نشان داد که میزان اوج اولیه نیروی عکس‌العمل زمین در گروه بازسازی ACL نسبت به گروه سالم بزرگتر است. به نظر می‌رسد افراد دارای بازسازی رباط صلیبی قدامی به دلیل بالا بودن مقادیر اوج اولیه نیروی عکس‌العمل زمین احتمال آسیب در آن‌ها بیشتر است.

پژوهش حاضر دارای محدودیت‌هایی بود که از آن جمله می‌توان به عدم بررسی کینماتیک حرکت و همچنین در پژوهش به بررسی اثرات حاد دویدن با کفی آنتی پرونیته در افراد دارای بازسازی رباط صلیبی قدامی با پای پرونیته مقایسه با گروه سالم پرداخته شد. بر این اساس، در مطالعات آینده نیاز است تا اثرات طولانی‌مدت دویدن با کفی آنتی پرونیته مورد مطالعه قرار گیرد.

- reconstruction. *J Biomech.* 2025;183:112618. **pmid:** 40080980 **doi:** 10.1016/j.jbiomech.2025.112618
8. Jung D-Y, Kim M-H, Koh E-K, Kwon O-Y, Cynn H-S, Lee W-H. A comparison in the muscle activity of the abductor hallucis and the medial longitudinal arch angle during toe curl and short foot exercises. *Phys Ther Sport.* 2011;12(1):30-5. **pmid:** 21256447 **doi:** 10.1016/j.ptsr.2010.08.001
9. Farahpour N, Jafarnejadgero A, Allard P, Majlesi M. Muscle activity and kinetics of lower limbs during walking in pronated feet individuals with and without low back pain. *J Electromyogr Kinesiol.* 2018;39:35-41. **pmid:** 29413451 **doi:** 10.1016/j.jelekin.2018.01.006
10. Ahmadi M, Yalfani A. Interlimb Asymmetry of Vertical Ground Reaction Force as a Risk Factor for Re-injury and Knee Osteoarthritis Following Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Systematic Review. *Journal of Research Orthopedic Science.* 2022;9(1):15-24. **doi:** 10.32598/JROSJ.9.1.857.1
11. Knurr KA. Recovery of Running Biomechanics after Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. [Thesis]. Madison, WI: The University of Wisconsin-Madison; 2023.
12. Papachatzis N, Takahashi KZ. Mechanics of the human foot during walking on different slopes. *PLoS One.* 2023;18(9):e0286521. **pmid:** 37695795 **doi:** 10.1371/journal.pone.0286521
13. van Leeuwen M, Bruijn S, van Dieën J. Mechanisms that stabilize human walking. *Brazilian Journal of Motor Behavior.* 2022;16(5):326-51. **doi:** 10.20338/bjmb.v16i5.321
14. Li H, Li M, Lin G, Qiu H. Perceiving destination through animated GIFs: A mixed method design for multifaceted image assessment. *Journal of Travel Research.* 2023;62(1):154-75. **doi:** 10.1177/00472875211057606

15. Stensdotter A-K, Tengman E, Häger C. Altered postural control strategies in quiet standing more than 20 years after rupture of the anterior cruciate ligament. *Gait Posture*. 2016;46:98-103. **pmid:** 27131185 **doi:** 10.1016/j.gaitpost.2016.02.020
16. Woollacott M, Shumway-Cook A. Attention and the control of posture and gait: a review of an emerging area of research. *Gait Posture*. 2002;16(1):1-14. **pmid:** 12127181 **doi:** 10.1016/S0966-6362(01)00156-4
17. Whittle MW. *Gait analysis: an introduction*. Oxford, UK: Butterworth-Heinemann; 2014.
18. Sharifi A, Esmaeili H, Zolaktav V. Walking and running roll-off characteristics in patients with ACL reconstruction history. *Gait Posture*. 2024;107:330-6. **pmid:** 37926656 **doi:** 10.1016/j.gaitpost.2023.10.025
19. Erhart-Hledik J, Mahtani G, Asay J, Chu C, Andriacchi TJO, Cartilage. Active feedback gait retraining alters foot pressure patterns and reduces knee adduction moment in an anterior cruciate ligament reconstructed population. *Osteoarthritis Cartilage*. 2018;26:S364. DOI: 10.1016/j.joca.2018.02.721
20. Cetin E, Deveci MA, Songür M, Özer H, Turanlı SJ. Evaluation of plantar pressure distributions in patients with anterior cruciate ligament deficiency: preoperative and postoperative changes. *Turk J Med Sci*. 2017;47(2):587-91. **pmid:** 28425251 **doi:** 10.3906/sag-1601-146
21. Faiz M, Imtiaz T, Zafar B, Shamim F, Khan S, Abid H. Smart foot insole for reducing the risk of foot ulcers in diabetic patients by measuring plantar pressure. *Pakistan Journal of Rehabilitation*. 2024;13(1):88-98.
22. Bellchamber T, van den Bogert AJ. Contributions of proximal and distal moments to axial tibial rotation during walking and running. *J Biomech*. 2000;33(11):1397-403. **pmid:** 10940398 **doi:** 10.1016/S0021-9290(00)00113-5
23. Alizadeh R, Jafarnezhadgero A, Khezri D. The acute effect of using anti-pronation insoles on muscle frequency content in an individual with anterior cruciate ligament reconstruction and pronated feet during running [in Persian]. *J Ardabil Univ Med Sci*. 2023;23(3):238-50. **doi:** 10.61186/jarums.23.3.238
24. Barghadi M, Imani F, Nosrati Heshi AJ. Comparing the immediate and long-term effects of arch support on the electrical activity of muscles during landing in three steps shot technique in handball players with pronation foot [in Persian]. *Studies in Medical Sciences*. 2023;34(8):438-49. **doi:** 10.61186/umj.34.8.438
25. Sugawara K, Okada K, Saito I, Saito A, Wakasa M. Foot pressure pattern during walking in individuals with anterior cruciate ligament injury. *J Am Podiatr Med Assoc*. 2016;106(3):201-6. **pmid:** 27269975 **doi:** 10.7547/15-006
26. Suga K, Kanzaki H, Fukushima S, Iwata Y, Inoue K, Urayama IJP. Effects of wearing insoles on biomechanical injury risks for patients who have undergone ACL reconstruction: emphasizing the sagittal plane. *Physiotherapy*. 2015;101(1):e1453-e1454. **doi:** 10.1016/j.physio.2015.03.1418
27. Collins KA. The immediate effects of plantar massage and textured insoles on gait in patients following ACL reconstruction [Thesis]. Charlotte, NC: The University of North Carolina at Charlotte; 2017.
28. Jafarnezhadgero AA, Dehghani M, Abdollahpourdarvishani M, Sheikhalizadeh H, Akrami MJJoB. Effect of textured foot orthoses on walking plantar pressure variables in children with autism spectrum disorders. *J Biomech*. 2021;129:110775. **pmid:** 34600173 **doi:** 10.1016/j.jbiomech.2021.110775
29. Snyder BA, Munter AD, Houston MN, Hoch JM, Hoch MC. Interrater and intrarater reliability of the semmes-weinstein monofilament 4-2-1 stepping algorithm. *Muscle Nerve*. 2016;53(6):918-24. **pmid:** 26474392 **doi:** 10.1002/mus.24944
30. Jenkins WL, Williams III DB, Williams K, Hefner J, Welch H. Sex differences in total frontal plane knee movement and velocity during a functional single-leg landing. *Phys Ther Sport*. 2017;24:1-6. **pmid:** 28013024 **doi:** 10.1016/j.ptsp.2016.09.005
31. Vickers NJ. Animal communication: when i'm calling you, will you answer too? *Curr Biol*. 2017;27(14):R713-R5. **pmid:** 28743020 **doi:** 10.1016/j.cub.2017.05.064
32. Bates NA, Nesbitt RJ, Shearn JT, Myer GD, Hewett TEJJob. Sex-based differences in knee ligament biomechanics during robotically simulated athletic tasks. *J Biomech*. 2016;49(9):1429-36. **pmid:** 27083058 **doi:** 10.1016/j.jbiomech.2016.03.001
33. Norasteh AA, Ghorbani M. The effect of kinesiphobia on return to sports after anterior cruciate ligament reconstruction: a systematic review [in Persian]. *The Scientific Journal of Rehabilitation Medicine*. 2024;13(1):18-33. **doi:** 10.32598/SJRM.13.1.14
34. Alam MF, Zaki S, Sharma S, Ghareeb M, Nuhmani S. Intra-rater reliability and validity of navicular drop test for the assessment of medial longitudinal arch in patients having pronated feet with chronic low back pain. *Clinical Epidemiology and Global Health*. 2025;32:101939. **doi:** 10.1016/j.cegh.2025.101939
35. Hollander K, Zech A, Rahlf AL, Orendurff MS, Stebbins J, Heidt C. The relationship between static and dynamic foot posture and running biomechanics: A systematic review and meta-analysis. *Gait Posture*. 2019;72:109-22. **pmid:** 31195310 **doi:** 10.1016/j.gaitpost.2019.05.031
36. Buldt AK, Forghany S, Landorf KB, Levinger P, Murley GS, Menz HBJG, et al. Foot posture is associated with plantar pressure during gait: A comparison of normal, planus and cavus feet. *Gait Posture*. 2018;62:235-40. **pmid:** 29573666 **doi:** 10.1016/j.gaitpost.2018.03.005
37. Escamilla-Martínez E, Martínez-Nova A, Gómez-Martín B, Sánchez-Rodríguez R, Fernández-Seguín LM. The effect of moderate running on foot posture index and plantar pressure distribution in male recreational runners. *J Am Podiatr Med Assoc*. 2013;103(2):121-5. **pmid:** 23536502 **doi:** 10.7547/1030121
38. Alahmri F, Alsaadi S, Ahsan M, Alqhtani S. Determining the knee joint laxity between the pronated foot and normal arched foot in adult participants. *Acta Biomed*. 2022;93(3):e2022092. **pmid:** 35775763 **doi:** 10.23750/abm.v93i3.12684
39. Madadi-Shad M, Jafarnezhadgero AA, Sheikhalizade H, Dionisio VC. Effect of a corrective exercise program on gait kinetics and muscle activities in older adults with both low back pain and pronated feet: A double-blind, randomized controlled trial. *Gait Posture*. 2020;76:339-45. **pmid:** 31896537 **doi:** 10.1016/j.gaitpost.2019.12.026
40. Unver B, Erdem EU, Akbas E. Effects of short-foot exercises on foot posture, pain, disability, and plantar pressure in pes planus. *J Sport Rehabil*. 2019;29(4):436-40. **pmid:** 30860412 **doi:** 10.1123/jsr.2018-0363
41. Rao S, Baumhauer JF, Becica L, Nawoczenski DA. Shoe inserts alter plantar loading and function in patients with midfoot arthritis. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2009;39(7):522-31. **pmid:** 19574663 **doi:** 10.2519/jospt.2009.2900
42. Stewart L, Gibson J, Thomson CE. In-shoe pressure distribution in "unstable"(MBT) shoes and flat-bottomed training shoes: a comparative study. *Gait Posture*. 2007;25(4):648-51. **pmid:** 16901702 **doi:** 10.1016/j.gaitpost.2006.06.012
43. Carabasa García L, Lorca-Gutiérrez R, Vicente-Mampel J, Part-Ferrer R, Fernández-Ehrling N, Ferrer-Torregrosa J. Relationship between anterior cruciate ligament injury and subtalar pronation in female basketball players: case-control study. *J Clin Med*. 2023;12(24):7539. **pmid:** 38137608 **doi:** 10.3390/jcm12247539