اثر کفش پاشنه بلند بر نیروی عضلانی، نیروی تماس مفصل زانو و نیروی تماس مفصل کشککی رانی

کیوان شریف مرادی[1*]، محمدتقی کریمی[2]

۱) گروه تربیت بدنی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه کاشان، کاشان، ایران

۲) گروه ارتوپدی فنی، دانشکده توان بخشی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۳/۵ **تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۰/۹**

چکیده

مقدمه: استفاده از کفش های پاشنه بلند بر مفصل زانو اثرگذار است و می تواند خطر ایجاد ارتروز در مفصل زانو را بالا برد. هنوز تحقیقی که نیروهای تماس مفصل زانو و مفصل کشککی رانی را بررسی کرده باشد وجود ندارد. هدف از تحقیق حاضر بررسی اثر کفش پاشنه بلند بر نیروی عضلانی، نیروی تماس مفصل زانو و نیروی تماس مفصل کشککی رانی حین راه رفتن می باشد.

مواد وروش ها: تعداد ۹ دختر جوان با دامنه سن ۳/۸۳±۲۱/۳۴ سال، قد ۰/۱۴±۱/۴۹ متر و جرم ۱/۷۶±۶۰/۵۴ کیلوگرم به صورت تصادفی در این مطالعه شرکت کردند. متغیرهای راه رفتن هر آزمودنی طی سه مرحله با کفش پاشنه دار ۶ سانتی متری، باکفش پاشنه دار ۳ سانتی متری و بدون کفش اندازه گیری شد. تمامی اندازه گیری ها از پای راست آزمودنی ها صورت گرفت. دستگاه تحلیل حرکتی Qualysis و فورس پلیت Kistler جهت ثبت داده ها استفاده شد. جمع آوری داده ها از طریق نرم افزار اوپن سیم برای متغیرهای نیروی عضلات و نیروی تماس مفصلی صورت گرفت. نرم افزار SPSS (Repeated Measures) جهت تجزیه و تحلیل داده در سطح معنی داری($\alpha=0.05$) به کار گرفته شد.

یافته های پژوهش: نیروی داخلی خارجی تماس مفصلی زانو حین راه رفتن با کفش پاشنه بلند ۶ سانتی متری ۴/۰۷±۳/۶۶ N/BW به دست آمد که به طور معنی داری از وضعیت راه رفتن بدون کفش بیشتر بود($P=0.05$) نیروی قدامی خلفی مفصل کشککی رانی به مقدار ۰/۲۷±۱/۷۱ N/BW بود که به طور معنی داری به میزان ۰/۶۱ N/BW از راه رفتن بدون کفش بیشتر بود($P=0.001$). هم چنین نیروی عمودی مفصل کشککی رانی به طور معنی داری حین راه رفتن با کفش پاشنه بلند ۶ سانتی متری از وضعیت راه رفتن بدون کفش بیشتر بود($P=0.025$). هیچ گونه اختلاف معنی داری در نیروهای مختلف قدامی خلفی، عمودی و داخلی خارجی حین راه رفتن با کفش پاشنه بلند ۶ سانتی متری و پاشنه بلند ۳ سانتی متری در مفصل زانو و مفصل کشککی رانی مشاهده نشد($P<0.05$).

بحث و نتیجه گیری: پوشیدن کفش های پاشنه بلند نیروی تماس مفصلی در کمپارتمانت داخلی زانو، نیروی تماس مفصلی کشککی رانی را در فاز استنس گامبرداری افزایش می دهد افزایش این نیروها به صورت تجمعی حین راه رفتن، می تواند مفصل را در معرض خطر تخریب و آرتروز قرار دهد. دردهای مفاصل زانو و کشککی رانی، علائم هشدار دهنده پوشیدن کفش های پاشنه بلند می باشند، توصیه می شود به جای استفاده از کفش های پاشنه بلند به دلیل اثرات زیانبار آن بر مفصل زانو و کشککی رانی، از کفش های معمولی تخت و یا کفش های با حداقل ارتفاع پاشنه استفاده گردد.

واژه های کلیدی: کفش پاشنه بلند، راه رفتن، مفصل کشککی رانی، نیروی عضلانی، نیروی تماس مفصلی

***نویسنده مسئول: گروه تربیت بدنی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه کاشان، کاشان، ایران**

Email: ksharifmoradi@gmail.com

Copyright © 2019 Journal of Ilam University of Medical Science. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution international 4.0 International License (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/) which permits copy and redistribute the material, in any medium or format, provided the original work is properly cited.

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-06]

[DOI: 10.29252/sjimu.27.2.159]

مقدمه

۷۰ درصد زنان کفش های پاشنه بلند می پوشند و ۴۰ درصد از آن ها به طور روزانه از این کفش ها استفاده می کنند. گفته می شود استفاده از کفش های پاشنه بلند بر مفصل زانو اثرگذار است و نشانه های شیوع آرتروز در مفصل زانو مشاهده شده است(۱). مفصل زانو بزرگ ترین مفصل بدن و محل اتصال دو استخوان بزرگ درشت نی و رانی می باشد که وزن سر، تنه، اندام فوقانی، لگن و ران ها حین فعالیت های روزانه را تحمل می کند. این مفصل در اثر اعمال نیروهای نامتقارن دچار انحراف می شود پوشیدن کفش های پاشنه بلند واروس زانو را افزایش و گشتاور عضلات در صفحه ساجیتال را افزایش می دهند(۲) بنا بر این توزیع نیرو در مفصل زانو را نامتقارن می سازد. استفاده طولانی مدت از کفش های پاشنه بلند با افزایش تجمعی این نیروها به صورت نامتقارن به داخل مفصل، می تواند منجر به مایکروترما و در نهایت آرتروز در این مفصل گردد(۲). آرتروز از بیماری های غیر واگیر فلج کننده می باشد که هزینه های درمانی بالایی دارد بنا بر این پیشگیری از ایجاد این بیماری از اهمیت برخوردار است(۳).

تحقیقات زیادی پیرامون اثرکفش بر کینماتیک و کینتیک مفصل زانو انجام شده است. ارتفاع پاشنه کفش خواه با پاشنه بلند(۴) خواه با پاشنه با ارتفاع منفی(۵) متغیرهای راه رفتن را تغییر می دهند. کفش های پاشنه بلند باعث تغییر در مرکز فشار کف پا حین ایستادن می شوند(۶). تحقیقات نشان دادند که کفش های پاشنه بلند سرعت راه رفتن و طول گام را کاهش می دهد(۴) در حالی که تواتر گام بدون تغییر می ماند(۷،۸) و میزان بلند شدن پاشنه از زمین نیز حین راه رفتن با کفش پاشنه بلند کاهش می یابد(۹). تحقیقات پیرامون کینماتیک مفصل زانو نشان دادند که با افزایش ارتفاع پاشنه کفش زاویه فلکشن زانو نیز افزایش می یابد(۱۰،۱۱) به طوری که هنگام ضربه پاشنه زانو بسیار خمیده تر می شود در ادامه فاز استنس نیز خمیده باقی می ماند(۱۲،۱۳) با افزایش ارتفاع پاشنه زاویه فلکشن زانو نیز افزایش یافته و اورژن مچ پا کاهش پیدا می کند(۷) در ارتباط با اثر کفش پاشنه بلند بر گشتاورها و نیروهای وارده بر مفصل زانو محققین بر این باورند که پوشیدن کفش های پاشنه بلند باعث افزایش گشتاور اکستنسوری زانو در نیمه اول فاز استنس(۱۴) مید استنس(۱۲) می گردد این افزایش گشتاور اکستنسوری زانو با افزایش دامنه فعالیت الکترومیوگرافی عضلات چهار سر رانی در نیمه اول فاز استنس همراه است(۱۶-۱۴). اگر چه دیگر محققان هیچ گونه افزایش در گشتاور اکستنسوری زانو هنگام راه رفتن مشاهده نکردند(۱۷،۱۸).

در ارتباط با گشتاور واروس مفصل زانو نیز تحقیقات افزایش گشتاور واروس مفصل زانو را نشان داده است(۱۲،۱۴،۱۶) یک درصد افزایش در گشتاور ابداکتوری مفصل زانو خطر پیشرفت استئوآرتریت زانو را ۶/۴۶ برابر افزایش می دهد(۱۴) افزایش گشتاور ابداکشن داخلی زانو نشان می دهد حداکثر گشتاور اداکتوری وارده بر کندیل داخلی زانو افزایش می یابد محققان عنوان کرده اند که افزایش گشتاور اکستنسوری زانو در صفحه ساجیتال نشانگر افزایش نیروهای استخوان روی استخوان می باشد(۱۴) که می تواند علت شیوع استئوآرتریت زانو را توضیح دهد(۱۲،۱۴).

در ارتباط با اثر کفش های پاشنه بلند بر مفصل کشککی رانی نیز گفته می شود افزایش زاویه فلکشن زانو حین فاز استنس گام برداری منجر به افزایش گشتاور عضلات چهارسررانی می شود که این نیروی عضلات از طریق تاندون چهار سر رانی باعث افزایش فشار بر کشکک و مفصل کشککی رانی می گردد که می تواند ریسک فاکتور برای توسعه درد کشککی رانی محسوب شود اما با توجه به دانش نویسندگان تحقیقی در این باره یافت نشده است که نیروی تماس مفصلی مفصل کشککی رانی حین راه رفتن با کفش های پاشنه بلند مورد بررسی قرار دهد.

همان گونه که مشاهده شد تحقیقات گذشته گشتاور عضلانی عضلات را مورد بررسی قرار داده اند و در بعضی موارد تناقضاتی مشاهده می شود. فعالیت الکترومیوگرافی عضلات مورد بررسی قرار گرفته است ولی با توجه به دانش نویسندگان تحقیقی در این باره یافت نشده است که نیروی عضلات را به تفکیک حین

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-06]

[DOI: 10.29252/sjimu.27.2.159]

راه رفتن با کفش پاشنه بلند بررسی کرده باشد و از طرف دیگر تحقیقات فرض کرده اند که افزایش گشتاور عضلات چهار سر رانی باعث افزایش نیروی مفصل کشککی رانی و ایجاد درد و ناراحتی در این مفصل حین راه رفتن می شود ولی هنوز تحقیق که نیروی مفصل کشککی ران را مورد بررسی قرار داده باشد وجود ندارد، بنا بر این هدف از تحقیق حاضر بررسی اثر کفش پاشنه بلند بر نیروی عضلانی، نیروی تماس مفصل زانو و نیروی تماس مفصل کشککی رانی بود.

مواد و روش ها

آزمودنی ها: تحقیق حاضر، تحقیق نیمه تجربی بود که تعداد ۹ دختر جوان با دامنه سن ۳/۸۳ ۲۱/۳۴±۳/۸۳ سال، قد ۱/۴۹±۰/۱۴ متر و جرم ۱/۷۶ ۶۰/۵۴±۱/۷۶ کیلوگرم شرکت کردند. آزمودنی ها به صورت تصادفی انتخاب شدند. تمامی آزمودنی ها از سلامت جسمی و توانایی ایستادن و راه رفتن مستقل برخوردار بودند. تحقیق حاضر در آزمایشگاه عضلانی اسکلتی دانشکده توانبخشی دانشگاه علوم پزشکی اصفهان انجام شد. قبل از جمع آوری اطلاعات، کلیه آزمودنی ها فرم رضایت نامه را تکمیل کردند.

روش جمع آوری داده ها: جهت اندازه گیری داده های کینماتیکی و کینتیکی به ترتیب از سیستم تحلیل حرکتی Qualysis شامل ۷ دوربین(شرکت Qualysis کشور آمریکا) و صفحه نیروی Kistler (شرکت Kistler کشور سوئیس)(۵۰۰×۶۰۰ میلی متر مدل SA ۹۶۰) استفاده شد. پس از کالیبراسیون دوربین ها و صفحه نیرو، تعداد ۲۶ مارکر منعکس کننده نور بر برجستگی های استخوانی آزمودنی نصب شد هم چنین چهار کلاستر شامل چهار مارکر بر قسمت میانی ساق و ران سمت چپ و راست متصل می شد، یک تست استاتیک در حالی که آزمودنی بر روی صفحه نیرو ایستاده بود گرفته شد سپس ویژگی های راه رفتن آزمودنی ها حین راه رفتن ثبت شد. برای هر آزمودنی یک جفت کفش با پاشنه ۳ و یک جفت کفش با پاشنه ۶ سانتی متری فراهم گردید. هر آزمودنی ۳ تکرار راه رفتن را یک بار بدون کفش، یک بار با کفش با پاشنه ۳ سانتی متری و یک بار با کفش با پاشنه ۶ سانتی متری انجام داد. تمامی آزمایشات از سمت راست آزمودنی ها انجام شد. به طوری که در هر تریال یک پا بر روی صفحه نیرو قرار می گرفت. بین هر تکرار ۳۰ ثانیه استراحت قرار داشت تا از خسته شدن آزمودنی ها جلوگیری شود. فرکانس جمع آوری داده ها ۱۰۰ هرتز بود و داده ها با فیلتر پایین گذر ۱۰ هرتز فیلتر شدند. از نرم افزار Qualysis Manager Track (نسخه ۷/۵ ساخت شرکت کوالیسیس، کشور سوئیس) جهت ثبت داده ها استفاده شد. خروجی نرم افزار کوالیسیس ترک منجر به نرم افزار Sim–Open نسخه ۳، دانشگاه استنفورد، کشور آمریکا) منتقل شد. بعد از مدل سازی بدن آزمودنی نیروی تماس مفصلی و نیروی عضلات مفصل زانو و مفصل کشککی رانی پا استخراج شدند.

مراحل استخراج داده ها از نرم افزار اوپن سیم: داده های کینماتیکی با استفاده از نرم افزار کوالیسیس ترک منیجر(Manager Track Qualysis) ثبت شد. داده ها در قالب فایل .c3d به نرم افزار افزار اوپن سیم (SIM–Open) منتقل شد. از نرم افزار اوپن سیم (نسخه ۳، تولید دانشگاه استانفورد، امریکا) به منظور بررسی نیروی تماس مفصلی و نیروی عضلات اطراف مفصل مچ پا استفاده شد. بدین منظور ابتدا مدل استاتیک هر آزمودنی در نرم افزار اوپن سیم scale شد. سپس با استفاده از تریال های دینامیک، مراحل kinematic (IK), inverse dynamic inverse ((ID), residual reduction algorithm (RRA انجام شدند. از ابزار(۱۹) computer muscle control tool (CMC) جهت محاسبه تحریکات عضلانی استفاده شد. مرحله analyzed آخرین مرحله محاسبه در نرم افزار اوپن سیم بود که در این مرحله نیروی تماس مفصل و نیروی فعال و غیر فعال عضلانی محاسبه شد. نیروی تماس مفصلی مجموع نیروی عکس العمل مفصلی و نیروی تنش عضلانی می باشد که از طریق فرمول زیر محاسبه می شود

Fmus+GRF+JCFdist+JCFprox= Mseg.Aseg

Equ۱ .

که در این فرمول Fmus نیروی عضلانی، GRF نیروی عکس العمل زمین، JCFdist نیروی تماس

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-06]

[DOI: 10.29252/sjimu.27.2.159]

مفصلی دیستال، JCFprox نیروی تماس مفصلی پروکزیمال می باشد Mseg جرم قطعه و Aseg 6 بعد شتاب های خطی و زاویه ای قطعه می باشد(۲۰،۲۱).

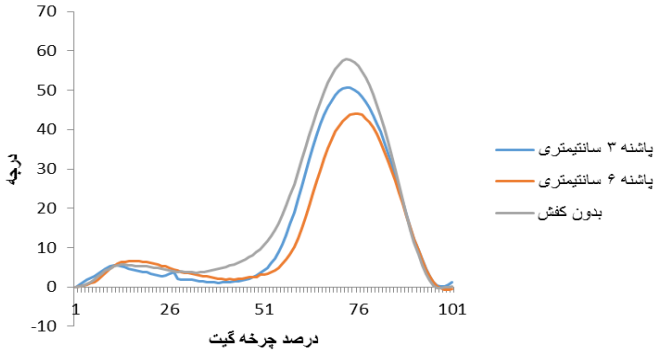
نرم افزار اوپن سیم یک نرم افزار شبیه ساز و آنالیز سیستم اسکلتی عضلانی است که امکان تحلیل حرکات و تخمین نیروهای سطح مفصلی و نیروی تولیدی عضلات توسط این نرم افزار امکان پذیر است. با شبیه سازی سیستم اسکلتی عضلانی امکان تشخیص و درمان حرکات پاتولوژیک و غیر طبیعی وجود دارد. هم چنین با استفاده از این نرم افزار، بررسی اثرات بیومکانیکی درمان بر سیستم اسکلتی عضلانی امکان پذیر است(۲۲). نیروی عضلات و نیروی تماس مفصل به وزن بدن هر آزمودنی نرمالایز شد.

متغیرهای تحقیق: متغیرهای تحقیق حاضر شامل متغیرهای نیروی تماس مفاصل زانو و کشککی رانی و نیروی عضلات عمل کننده روی مفصل زانو بود.

تحلیل داده ها: توزیع نرمال داده ها توسط نرم افزار شاپیرو-ویلک آزمون شد. بعد از اطمینان از توزیع نرمال داده ها، جهت مقایسه از روش آماری آنالیز واریانس ویژه داده های تکراری(Measures Repeated) در محیط نرم افزاری SPSS vol.22 و سطح معنی داری($P>0.05$) استفاده شد.

یافته های پژوهش

میانگین دامنه حرکتی مفصل زانو در چرخه کامل گیت در صفحه ساجیتال در نمودار شماره ۱ آمده است همان گونه که مشاهده می شود دامنه حرکتی فلکشن مفصل زانو در ابتدای فاز استنس و میانه فاز استنس حین راه رفتن با کفش با پاشنه ۶ سانتی متری از وضعیت بدون کفش و پاشنه ۳ سانتی متری بیشتر است اما در انتهای فاز استنس، حین راه رفتن بدون کفش مفصل زانو زودتر به فلکشن می رود در حالی که مفصل زانو حین راه رفتن با کفش پاشنه بلند ۶ سانتی متری دیرتر به فلکشن می رود و هم چنین اوج فلکشن زانو در وضعیت بدون کفش در فاز نوسان از وضعیت با پاشنه ۳ و ۶ سانتی متری بیشتر است. اوج دامنه حرکتی فلکشن زانو حین راه رفتن بدون کفش ۵۶/۵۲ درجه به دست آمد که بیش از ۶ درجه از راه رفتن با کفش سه سانتی متری و بیش از ۱۳ درجه را راه رفتن با کفش با پاشنه ۶ سانتی متری بیشتر بود.



نمودار شماره ۱. الگوی دامنه حرکتی زانو در طول یک چرخه راه رفتن

نیروی وارد بر عضلات حین راه رفتن با کفش پاشنه بلند و بدون کفش در جدول شماره ۱ آمده است همان طوری که مشاهده می شود کفش هیچ گونه اثر معنی داری بر نیروی تولیدی عضلات دوسر رانی(سر بلند)(Squ Eta=0.112, F=0.442, P=0.660) دوسر رانی(سر کوتاه)(Squ Eta=0.301, F=1.509, P=0.285)، نیمه غشایی(Squ Eta=0.065, F=0.244, P=0.790)، نیمه وتری(Squ Eta=0.160, F=0.699, P=0.542)، راست رانی(Squ Eta=0.409, F=2.427, P=0.158)، پهن خارجی(Squ Eta=0.1480, F=0.610, P=0.570)، پهن میانی(Squ Eta=0.184, F=0.787, P=0.492) و پهن داخلی(Squ Eta=0.148, F=0.609, P=0.570) نداشت.

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-06]

[DOI: 10.29252/sjimu.27.2.159]

جدول شماره ۱. میانگین و انحراف استاندارد اوج نیروی تولیدی عضلات همسترینگ و چهار سر ران مفصل زانو در طول یک چرخه راه رفتن(N/BW)

عضلات	پاشنه cm6	پاشنه cm3	بدون کفش	آماره F	مجذور Eta	توان	SIG
دو سررانی سربلند	۰/۱۴±۰/۱۲	۰/۲۵±۰/۲۲	۰/۱۴±۰/۱۰	۰/۴۴۲	۰/۱۱۲	۰/۰۹۷	۰/۶۶۰
دوسررانی سرکوتاه	۰/۴۱±۰/۱۴	۰/۴۷±۰/۰۹	۰/۳۴±۰/۱۵	۱/۵۰۹	۰/۳۰۱	۰/۲۲۴	۰/۲۸۵
نیمه غشایی	۰/۵۰±۰/۳۲	۰/۵۰±۰/۲۸	۰/۵۷±۰/۱۸	۰/۲۴۴	۰/۰۶۵	۰/۰۷۵	۰/۷۹۰
نیمه وتری	۰/۱۰±۰/۰۸	۰/۱۸±۰/۱۷	۰/۱۳±۰/۰۶	۰/۶۹۹	۰/۱۶۰	۰/۱۲۳	۰/۵۴۲
راست رانی	۱/۶۲±۰/۳۷	۱/۳۵±۰/۳۷	۱/۴۸±۰/۳۶	۲/۴۲۷	۰/۴۰۹	۰/۳۳۷	۰/۱۵۸
پهن خارجی	۲/۳۰±۱/۱۴	۱/۱۷±۱/۱۱	۱/۴۷±۰/۴۷	۰/۶۱۰	۰/۱۴۸	۰/۱۱۶	۰/۵۷۰
پهن میانی	۰/۸۰±۰/۴۱	۰/۸۳±۰/۴۹	۰/۶۳±۰/۱۵	۰/۷۸۷	۰/۱۸۴	۰/۱۳۷	۰/۴۹۲
پهن داخلی	۰/۳۳±۰/۱۵	۰/۳۷±۰/۳۰	۰/۳۳±۰/۰۸	۰/۶۰۹	۰/۱۴۸	۰/۱۱۶	۰/۵۷۰

جدول شماره ۲ و ۳ نیروی تماس مفاصل زانو و کشککی رانی حین راه رفتن با کفش پاشنه بلند و بدون کفش را نشان می دهد. نتایج نشان داد کفش هیچ گونه اثر معنی داری بر اوج نیروی داخلی خارجی وارده بر مفصل زانو حین چرخه راه رفتن نداشت(Squ Eta=0.292, F=1.650, P=0.251). هم چنین کفش هیچ گونه اثر معنی داری بر اوج نیروی عمودی وارده بر مفصل زانو راه رفتن نداشت(Squ Eta=0.180, F=0.880, P=0.451).

نتایج نشان داد کفش اثر معنی داری بر اوج نیروی داخلی خارجی وارده بر مفصل زانو حین راه رفتن دارد(Squ Eta=0.525, F=9.941, P=0.011). نتایج آزمون موخلی عدم کرویت را نشان داد(P=0.000, W=0.040) بنا بر این از آزمون محافظه کارانه گرین هاوس گیسر استفاده شد. نتیجه مقایسه های دوتایی نشان داد که نیروی داخلی خارجی وارده بر کشکک حین راه رفتن با کفش پاشنه بلند ۶ سانتی متری به طور معنی داری بیشتر از راه رفتن با کفش ۳ سانتی متری(P=0.039) و بدون کفش(P=0.030) بود.

نیروی تماس مفصل کشککی رانی در فاز استنس و نوسان در جدول شماره ۳ آمده است. اوج نیروی عمودی تماس مفصلی کشککی رانی در فاز استنس حین راه رفتن با کفش پاشنه بلند ۶ سانتی متری مربوط به نیروی قدامی خلفی مفصل کشککی رانی به مقدار N/BW ۱/۷۱±۰/۲۷ بود. نتایج آزمون موخلی کرویت را نشان داد(P=0.632, W=0.891). نتایج نشان داد کفش اثر معنی داری بر اوج نیروی قدامی خلفی وارده بر کشکک حین فاز استنس راه رفتن دارد(Squ Eta=0.840, F=27.658, P=0.001). نتیجه مقایسه های دوتایی نشان داد که اوج نیروی قدامی خلفی وارده بر کشکک حین راه رفتن با کفش پاشنه بلند ۶ سانتی متری به طور معنی داری و به میزان N/BW ۰/۷۴ و N/BW ۰/۶۸ بیشتر از راه رفتن با کفش ۳ سانتی متری(P=0.000) و بدون کفش(P=0.001) بود.

نتایج هم چنین نشان داد کفش اثر معنی داری بر اوج نیروی عمودی وارده بر کشکک حین فاز استنس راه رفتن دارد(Squ Eta=0.733, F=10.974, P=0.005). نتیجه مقایسه های دوتایی نشان داد که اوج نیروی عمودی وارده بر کشکک حین راه رفتن با کفش پاشنه بلند ۶ سانتی متری به طور معنی داری و به میزان N/BW ۰/۰۴ و N/BW ۰/۰۶ بیشتر از راه رفتن با کفش ۳ سانتی متری(P=0.002) و بدون کفش(P=0.012) بود.

کفش هیچ گونه اثر معنی داری بر اوج نیروی داخلی خارجی وارده بر کشکک حین فاز استنس راه رفتن نداشت(Squ Eta=0.173, F=0.837, P=0.468).

نتایج نشان داد حین فاز نوسان راه رفتن کفش هیچ گونه اثر معنی داری بر اوج نیروی تماس مفصل کشککی رانی در صفحه قدامی خلفی نداشت(Squ Eta=0.138, F=0.763, P=0.497). کفش اثر معنی داری بر اوج نیروی عمودی وارده بر کشکک حین فاز نوسان راه رفتن داشت(Squ Eta=0.837, F=0.001, P=0.001). نتیجه مقایسه های دوتایی نشان داد که اوج نیروی عمودی وارده بر کشکک حین راه رفتن با کفش پاشنه بلند ۶ سانتی متری به طور معنی داری و به میزان N/BW ۰/۰۴ و

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-06]

[DOI: 10.29252/sjimu.27.2.159]

N/BW ۰/۰۳۴ بیشتر از راه رفـــــتن با کفش ۳ سانتی متری(P=0.001) و بدون کفش(p=0.001) بود. کفش هم چنین اثر معنی داری بر اوج نیروی داخلی خارجی وارده بر کشکک حین فاز نوسان راه رفتن داشت(Squ Eta=0.758, F=12.502, P=0.003). نتیجه مقایسه های دوتایی نشان داد که اوج نیروی داخلی خارجی وارده بر کشکک حین راه رفتن با کفش پاشـــنه بلند ۶ سانتی متری به طور معنی داری و به میزان N/BW ۰/۰۴۳ کمتر از راه رفتن بدون کفش(P=0.001) بود.

جدول شماره ۲ . میانگین و انحراف استاندارد اوج نیروی تماس مفصلی وارده بر مفصل زانو حین یک سیکل راه رفتن

جهت	پاشنه cm6	پاشنه cm3	بدون کفش	آماره F	مجذور Eta	توان	SIG
قدامی خلفی	۲/۸۰±۰/۵۹	۳/۲۸±۰/۷۵	۲/۷۹±۰/۲۷	۱/۶۵۰	۰/۲۹۲	۰/۲۵۲	۰/۲۵۱
عمودی	۶/۲۵±۱/۹۸	۷/۲۰±۱/۰۶	۶/۸۴±۰/۸۳	۰/۸۸۰	۰/۱۸۰	۰/۱۵۳	۰/۴۵۱
داخلی خارجی	۳/۶۶±۲/۸۱	۰/۹۱±۰/۲۹	۰/۷۹±۰/۱۲	۹/۹۴۱	۰/۵۲۵	۰/۸۰۹	*۰/۰۱۱

*علامت معنی داری را نشان می دهد

جدول شماره ۳. میانگین و انحراف استاندارد اوج نیروی تماس مفصل کشککی رانی در فاز استنس و نوسان

فاز	جهت	پاشنه cm6	پاشنه cm3	بدون کفش	آماره F	مجذور Eta	توان	SIG
استنس	قدامی خلفی	۱/۷۱±۰/۲۷	۱/۰۱±۰/۲۷	۱/۰۳±۰/۲۴	۱۹/۷۰۷	۰/۸۴	۰/۹۹۸	*۰/۰۰۱
	عمودی	۰/۷۲±۰/۱۶	۰/۵۲±۰/۰۴	۰/۴۸±۰/۱۲	۱۰/۲۱۶	۰/۷۳۳	۰/۹۳۷	*۰/۰۰۵
	داخلی خارجی	۰/۲۹±۰/۰۷	۰/۳۳±۰/۳۲	۰/۱۸±۰/۲۲	۰/۸۳۷	۰/۱۷۳	۰/۱۴۸	۰/۴۶۸
نوسان	قدامی خلفی	۲/۲۳±۰/۳۹	۲/۴۰±۰/۷۹	۲/۴۷±۰/۴۹	۰/۷۶۳	۰/۱۶۰	۰/۱۳۸	۰/۴۹۷
	عمودی	۰/۶۳±۰/۱۷	۰/۶۶±۰/۱۵	۰/۴۶±۰/۱۵	۲۰/۴۸۸	۰/۸۳۷	۰/۹۹۸	*۰/۰۰۱
	داخلی خارجی	۰/۸۶±۰/۲۱	۰/۶۴±۰/۳۶	۰/۴۳±۰/۲۰	۱۲/۵۰۲	۰/۷۵۸	۰/۹۶۲	*۰/۰۰۳

*علامت معنی داری را نشان می دهد

بحث و نتیجه گیری

هدف از تحقیق حاضر بررسی اثر کفش پاشنه بلند بر نیروی عضلانی، نیروی تماس مفصل زانو و نیروی تماس مفصل کشککی رانی بود.

نتایج تحقیق حاضر نشان داد نیروی تماس مفصل کشککی رانی حین راه رفتن با کفش پاشنه بلند ۶ سانتی متری در قدامی خلفی و صفحه عمودی به طور معنی داری از وضعیت راه رفتن با کفش پاشنه دار ۳ سانتی متری و بدون کفش بیشتر بود. نیروی تماس مفصل زانو در صفحه فرونتال حین راه رفتن با کفش پاشنه بلند ۶ سانتی متری به طور معنی داری از راه رفتن با کفش پاشنه دار ۳ سانتی متری و بدون کفش بیشتر بود و در صفحات دیگر هیـــچ گونه تفاوت معنی داری بین سه وضعیت مختلف کفش با پاشنه ۶ و ۳ سانتی متری و بدون کفش مشاهده نشد. نیروی تولیدی عضلات چهار سر اگر چه در وضعیت پوشیدن کفش ۶ و ۳ سانتی متری بیشتر از بدون کفش بود ولی تفاوت معنی داری مشاهده نشد.

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که اوج دامنه حرکتی مفصل زانو در فاز استنس حین راه رفتن با کفش پاشنه بلند بیشتر از راه رفتن با بدون کفش و پاشنه سه سانتی متری بود. Ebbeling و Simonsen گزارش کردند که دامنه حرکتی مفصل زانو هنگام فاز استنس راه رفتن با کفش پاشنه بلند افزایش می یابد(۱۰،۱۴) و دامنه حرکتی مفصل زانو حین راه رفتن با کفش پاشنه بلند در فاز نوسان در مقایسه با راه رفتن بدون کفش کاهش می یابد(۱۸،۲۳) که با نتایج حاضر از تحقیق حاضر هم خوانی دارد.

افزایش دامنـــه حـــرکتی زانو با افزایش فعالیت الکترومـیوگرافی عـــضلات چهـــار سررانی همراه است(۱۳،۱۴،۲۴) خم شدن مفصل زانو و افزایش فعالیت الکترومیوگرافی عضلات چهار سررانی شاید یک مکانیزیم جبرانی باشد تا بهتر نیروی برخوردی حاصل از نیروی عکس العمل زمین را کاهش دهد به خاطر آن که عملکرد دورسی فلکشن مچ پا که خود یک مکانیزیم جذب نیرو و کاهش انتقال نیرو به مفاصل

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-06]

[DOI: 10.29252/sjimu.27.2.159]

بالاتر می باشد حین راه رفتن با کفش پاشنه بلند حذف می شود و حذف این مکانیزیم می تواند نیروهای وارده بر مفصل زانو را افزایش دهد و می تواند باعث ایجاد درد و تغییرات دژنراتیو در مفصل زانو گردد(۲۵).

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که فقط نیروی تماس مفصلی وارده در صفحه فرونتال مفصل زانو حین راه رفتن با کفش پاشنه بلند به طور معنی داری از راه رفتن با کفش پاشنه دار ۳ سانتی متری و بدون کفش بیشتر بود. نیروی تماس مفصلی حاصل جمع نیـــروهای عکس العمل زمین و نیروهای عضلانی تولید شده در مفصل می باشند. بنا بر این افزایش این نیرو می تواند به خطر افزایش یک یا هر دوی این عوامل باشد. نتایج تحقیق حاضر نشان داد که نیروهای عضلات چهار سررانی حین راه رفتن با کفش پاشنه بلند افزایش یافت هم چنین تحقیقات گذشته نشان دادند که حین راه رفتن با کفش های پاشنه بلند مولفه های قدامی خلفی، عمودی و جانبی داخلی نیروی عکس العمل زمین افزایش می یابد(۱۰،۱۸) هم چنین افزایش ارتفاع پاشنه کفش، مرکز جرم پا را به خارج منتقل می کند که باعث ایجاد اینورژن در مچ پا می شود و گشتاور عضلانی اورژن مچ پا را افزایش می دهد(۷،۱۲) که گشتاور اینورژن عضلانی را کنترل می کند این تغییرات در مچ پا نیز می تواند علت بخشی از بارگذاری بیشتر فشار در قسمت کندیل داخلی زانو گردد. هم چنین افزایش ارتفاع پاشنه، مچ پا را در وضعیت پلانتار فلکشن و سوپینیشن و در وضعیت نزدیک به قفل شـــدن قرار می دهد که این محدودیت باعث کاهش جذب ضربه و شوک در مچ پا حین فاز هیل کانتک گیت می گردد که نیروی عکس العمل بیشتری را به مفصل زانو منتقل می کند(۱۸). مجموعه عوامل فوق می تواند علت افزایش نیروی تماس مفصلی در صفحه فرونتال مفصل زانو را توضیح دهد تحقیقات گذشته نیز افزایش گشتاور ابداکتور داخلـــی عضـــلات مفصـــل زانو را نشان داده اند(۱۲،۱۴،۱۶) که با تحقیق حاضر هم خوانی دارد یک درصد افزایش در گشتاور ابداکتوری مفصل زانو خطر پیشرفت استئوآرتریت زانو را ۶/۴۶ برابر افزایش می دهد و می تواند علت شیوع استئوآرتریت زانو باشد(۱۴).

در مطالعه حاضر نیروی تماس مفصل کشککی رانی در صفحات قدامی خلفی و عمودی در وضعیت راه رفتن با کفش پاشـــنه بلند ۶ سانتی متری به طور معنی داری از وضعیت راه رفتن بدون کفش بیشتر بود، در حالی که نیروی تماس مفصل کشککی رانی در صفحات قدامی خلفی و عمودی در وضعیت راه رفتن با کفش پاشنه بلند ۶ سانتی متری و راه رفتن با کفش پاشنه بلند ۳ سانتی متری تفاوت معنی داری مشاهده نشد. HO و همکاران ۲۰۱۲ افزایش ۸۹/۵ درصد در فشار مفصل کشککی رانی هنگام راه رفتن با کفش با پاشنه ۹/۵۳ سانتی متری در مقایسه با پاشنه ۱/۲۷ سانتی متری مشاهده کردند(۲۶).

پوشیدن کفش های پاشنه بلند به عنوان یک ریسک فاکتور برای توسعه درد کشککی رانی محسوب می شود(۲۷). افزایش ارتفاع پاشنه با افزایش زاویه فلکشن زانو در فاز بار گذاری(Loading Rate) همراه است(۲۸) که باعث افزایش گشتاور اکستنسور زانو و نیروی تماس مفصل کشککی رانی می شود. Powers و همکاران(۲۹) گزارش کردند تماس مفصل کشککی رانی یک افزایش خطی در زاویه ۰ تا ۳۰ درجه فلکشن مفصل زانو دارد و از ۳۰ تا ۶۰ درجه فلکشن مفصل زانو بدون تغییر باقی می ماند و در ۶۰ تا ۹۰ در مفصل زانو مقدار جزیی کاهش می یابد. بنا بر این در صفر تا ۳۰ درجه اولیه فلکشن مفصل زانو حین فاز بارگذاری با کفش پاشنه بلند، سطح تماس نیز افزایش می یابد.

از طرف دیگر گفته می شد که استرس افزایش یافته مفصل کشککی رانی با کفش پاشنه بلند با افزایش در نیروی عکس العمل مفصل کشککی رانی همراه بود. نیروی افزایش یافته مفصل کشککی رانی ناشی از افزایش گشتاور اکستنسور عضلانی و افزایش زاویه فلکشن زانو می باشد(۲۶). بنا بر این افزایش نیروی تماس مفصل کشککی رانی در تحقیق حاضر بدلیل افزایش نیروی تولید عضلانی و نیروی عکس العمل مفصلی و افزایش زاویه مفصل زانو می باشد که خود می تواند عاملی بر افزایش نیروی وارده بر مفصل کشککی رانی باشد. افزایش نیروی تماس مفصلی در کنار افزایش سطح تماس مفصلی، می تواند حرکت کشکک بر روی ران را ســـخت تر کرده و سطح

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-06]

[DOI: 10.29252/sjimu.27.2.159]

وسیع تری از کشکک و ران را در معرض نیروی بیشتر قرار دهد که افزایش این نیـــروها به صورت تجمعی می تواند منجر به ایجاد درد و آسیب در مفصل کشککی رانی گردد و علت این که استفاده کننده گان از کفش های پاشنه بلند از درد کشککی رانی شکایت می کنند را توضیح دهد. گفته شده است که کاهش یک مگا پاسکال فشار مفصل کشککی رانی می تواند ۵۶ درصد از درد مفصل کشککی رانی را کاهش دهد(۳۰) کاهش فشار مفصل کشککی رانی از طریق کاهش ارتفاع پاشنه کفش امکان پذیر است بنا بر این پیشنهاد می شود استفاده کنندگان از کفش های پاشنه بلند جهت کاهش درد کشککی رانی از کفش های با پاشنه سه سانتی متری و یا کفش های تخت استفاده کنند.

محدودیت های تحقیق: تنها آزمودنی های سالم در این تحقیق مورد بررسی قرار گرفتند که باید در تعمیم نتایج به دیگر گروه ها دقت شود. پیشنهاد می شود در تحقیقات آینده نیروهای تماس مفصلی وارده بر کـمر و مفصل ران مورد بررسی قرار گیرد.

پوشیدن کفش های پاشنه بلند نیروی تماس مفصلی در کمپارتمانت داخلی زانو، نیروی تماس مفصلی کشککی رانی را در فاز استنس گامبرداری افزایش می دهد افزایش این نیروها به صورت تجمعی حین راه رفتن، می تواند مفصل را در معرض خطر تخریب و آرتروز قرار دهد. دردهای مفاصل زانو و کشککی رانی، علائم هشـــدار دهنـــده پوشیدن کفش های پاشنه بلند می باشند، توصیه می شود به جای استفاده از کفش های پاشنه بلند به دلیل اثرات زیانبار آن بر مفصل زانو و کشککی رانی، از کفش های تخت و یا کفش های با حداقل ارتفاع پاشنه استفاده گردد.

سپاسگزاری

بدین وسیله از مجموعه مرکز تحقیقات عضلانی اسکلتی دانشکده توانبخشی اصفهان و معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی اصفهان که زمینه انجام آزمایشات را محیا کردند تقدیر و تشکر می گردد.

References

1. Aknc Sim ,O Sahin ,A Ata ,Aoes MT, Mezian K, Kara M, et al. Ultrasonographic measurement of the femoral cartilage thickness in young Women wearing high heeled shoes. Osteoarth Cartil 2017;25:S261 .
doi.org/10.1016/j.joca.2017.02.439.

2. Kerrigan DC, Lelas JL, Karvosky ME. Womens shoes and knee osteoarthritis. Lancet2001;357:1097-8. doi.org/10.1016/S0140-6736(00)04312-9.

3. Lanes SF, Lanza LL, Radensky PW, Yood RA, Meenan RF, Walker AM, et al. Resource utilization and cost of care for rheumatoid arthritis and osteoarthritis in a managed care setting. The importance of drug and surgery costs. Arthrits rheum1997;40:1475-81.doi.org/10.1002/art.1780400816.

4. Chew KY, Tan YQ, Chan SC. The effects of different high heeled shoes during gait at the kinetic and kinematic impact. Res Dev 2017;2:151-6.

5. Sharifmoradi K, Karimi MT, Rezaeeyan Z. The effects of negative heel rocker shoes on the moment and the contact forces applied on lower limb joints of diabetic patients during walking. USWR 2016;6:129-36. doi: 10.18869/nrip.ptj.6.3.129.

6. Sun D, Gu Y, Mei Q, Shao Y, Sun J, Fernandez J. Effect of heel heights on female postural control during standing on a dynamic support surface with sinusoidal oscillations. J Motor Behav 2017;49:281-7. doi.org/10.1080/00222895.2016.1191423.

7. Barkema DD, Derrick TR, Martin PE. Heel height affects lower extremity frontal plane joint moments during walking. Gait Posture 2012;35:483-8. doi.org/10.1016/j.gaitpost.2011.11.013.

8. Adrian MJ, Karpovich PV. Foot instability during walking in shoes with high heels. Res Quart Am Health 1966;37:168-75. doi.org/10.1080/10671188.1966.10613359.

9. Chien HL, Lu TW. Effects of shoe heel height on the end point and joint kinematics of the locomotor system when crossing obstacles of different heights. Ergonomics 2017;60:410-20. doi.org/10.1080/00140139.2016.1175672.

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-06]

[DOI: 10.29252/sjimu.27.2.159]

10. Ebbeling CJ, Hamill J, Crussemeyer JA. Lower extremity mechanics and energy cost of walking in high heeled shoes.J Orthop Sport Phys Ther 1994;19:190-6. doi: 10.2519/jospt.1994.19.4.190.
11. Blanchette MG, Brault JR, Powers CM. The influence of heel height on utilized coefficient of friction during walking. Gait Posture 2011;34:107-10. doi.org/10.1016/j.gaitpost.2011.03.023.
12. Kerrigan DC, Todd MK, Riley PO. Knee osteoarthritis and high heeled shoes. Lancet 1998;351:1399-401. doi.org/10.1016/S0140-6736(97)11281-8.
13. Mika A, Oleksy L, Mika P, Marchewka A, Clark BC. The effect of walking in high and low-heeled shoes on erector spinae activity and pelvis kinematics during gait. Am J Phys Med Rehabil 2012;91:425-34. doi: 10.1097/PHM.0b013e3182465e57.
14. Simonsen EB, Svendsen MB, Norreslet A, Baldvinsson HK, Heilskov T, Larsen PK, et al. Walking on high heels changes muscle activity and the dynamics of human walking significantly. J Appl Biom2012;28:20-8. doi.org/10.1123/jab.28.1.20.
15. Mika A, Oleksy L, Mika P, Marchewka A, Clark BC. The influence of heel height on lower extremity kinematics and leg muscle activity during gait in young and middle aged women. Gait Posture 2012;35:677-80. doi.org/10.1016/j.gaitpost.2011.12.001.
16. Esenyel M, Walsh K, Walden JG, Gitter A. Kinetics of high heeled gait. J Am Podia Med Ass 2003;93:27-32. doi.org/10.7547/87507315-93-1-27.
17. Kerrigan DC, Karvosky ME, Lelas JL, Riley PO. Mens shoes and knee joint torques relevant to the development and progression of knee osteoarthritis. J Rheumatol 2003;30:529-33.
18. Snow RE, Williams KR, Holmes GB. The effects of wearing high heeled shoes on pedal pressure in Women. Foot Ankle1992;13:85-92. doi.org/10.1177/107110079201300206.
19. Thelen DG, Anderson FC, Delp SL. Generating dynamic simulations of movement using computed muscle control. J Biom2003;36:321-8.
20. Steele KM, DeMers MS, Schwartz MH, Delp SL. Compressive tibiofemoral force during crouch gait. Gait Posture 2012; 35:556-60. doi.org/10.1016/S0021-9290(02)00432-3.
21. Kendella P, Andertona W, Gustafsona JA, Farrokhia S. Quantifying tibiofemoral joint contact forces in patients with knee osteoarthritis using opensim. Res Uni Pittsburgh Swanson J2015; 4:48-53
22. Delp SL, Anderson FC, Arnold AS, Loan P, Habib A, John CT, et al. OpenSim: open-source software to create and analyze dynamic simulations of movement. Biomed Eng Trans 2007; 54:1940-50. doi: 10.1109/TBME.2007.901024
23. Brecht JS, Chang MW, Price R, Lehmann J. Decreased balance performance in cowboy boots compared with tennis shoes. Arch Phys Med Rehabil 1995;76:940-6. doi.org/10.1016/S0003-9993(95)80071-9.
24. Stefanyshyn DJ, Nigg BM, Fisher V, Oflynn B, Liu W. The influence of high heeled shoes on kinematics and kinetics and muscle EMG of normal female gait. J Appl Biom2000;16:309-19. doi.org/10.1123/jab.16.3.309.
25. Edwards L, Dixon J, Kent JR, Hodgson D, Whittaker VJ. Effect of shoe heel height on vastus medialis and vastus lateralis electromyographic activity during sit to stand. J Orthop Surg Res 2008;3:2. doi.org/10.1186/1749-799X-3-2.
26. Ho K-Y, Blanchette MG, Powers CM. The influence of heel height on patellofemoral joint kinetics during walking. Gait Posture 2012;36:271-5. doi.org/10.1016/j.gaitpost.2012.03.008.
27. Fulkerson JP, Arendt EA. Anterior knee pain in females. Clin Orthop Rel 2000;372:69-73.
28. Inman VT, Eberhart HD. The major determinants in normal and pathological gait. JBJS 1953;35:543-58.
29. Powers CM, Lilley JC, Lee TQ. The effects of axial and multi-plane loading of the extensor mechanism on the patellofemoral joint. Clin Biomech 1998;13:616-24. doi.org/10.1016/S0268-0033(98)00013-8.
30. Cronin NJ. The effects of high heeled shoes on female gait a review. J Electromyogr Kens 2014;24:258-63. doi.org/10.1016/j.jelekin.2014.01.004.

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-06]

[DOI: 10.29252/sjimu.27.2.159]

The Effect of High Heel Shoes on Tibiofemoral and Patellofemoral joint Contact Forces and Muscle Forces

Sharifmoradi K[1], Karimi M[2]*

(Received: 26 may, 2018 Accepted: 30 December, 2018)

Abstract

Introduction: High heel shoes affect the knee joint and can cause arthritis in the tibiofemoral (TFJ) and patellofemoral joints (PFJ). There is a dearth of research investigating the contact forces of TFJ and PFJ. Therefore, the purpose of this study was to assess the effect of high heel shoes on muscle forces as well as TFJ, and PFJ contact forces during walking.

Materials & Methods: A total of nine young females with mean age, height, and body mass of 21.34±3.83 years, 1.49±0.14 m, and 60.54±1.76 kg, respectively, were randomly included in this study. The walking variables in each case were measured while walking with 6-cm-heels, 3-cm-heels, and without shoes. All measurements were conducted on the right legs. The Qualisys motion analyzer and Kistler Force Plate were utilized to record data. The data were collected using OpenSim software to obtain muscular and joint contact forces. In addition, the data were analyzed in SPSS software. P-value less than 0.05 was considered statistically significant.

Findings: The internal and external TFJ contact force during walking with 6-cm-heels was 3.66±4.07 N/BW, which was significantly higher than that during walking without shoes (P=0.05). The anterior-posterior PFJ contact force was obtained at 1.71±0.27N/BW, which was significantly greater than that during walking without shoes by 0.61 N/BW (P=0.001). Moreover, the vertical force of PFJ contact forces during walking with 6-cm-heels (6 cm) was significantly greater than that during walking without shoes (P=0.025). However, there were no significant differences between walking with 6- and 3-cm-heels regarding anterior-posterior, internal-external, and vertical TFJ and PFJ forces (P>0.05).

Discussion & Conclusions: Walking with high heel shoes increased joint contact force in the medial compartment of TFJ and PFJ during the stance phase of the gait cycle. This increase in forces as cumulative forces can put the joint at the high risk of degeneration and arthritis. The TFJ and PFJ pain are warning signs of walking with high heel shoes. Given the harmful effect of high heels on TFJ and PFJ, it is recommended to use low heel shoes or flat ones.

Keywords: Gait, High heel shoes, Joint contact force, Muscle force, Patellofemoral joint

1.Dept of Physical Education, Faculty of Literature and Humanities , Kashan University, Kashan, Iran
2.Dept of Orthopedic, Faculty of Rehabilitation, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan , Iran
** Corresponding author Email: ksharifmoradi@gmail.com*

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-06]

[DOI: 10.29252/sjimu.27.2.159]