مقایسه فعالیت الکتریکی عضلات ساق پا در افراد با پای صاف و پای طبیعی حین راه رفتن روی نوارگردان با سرعت‌های مختلف

***سعید ایل بیگی:** دانشیار و متخصص بیومکانیک، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران (*نویسنده مسئول). silbeigi@birjand.ac.ir
نورالله قاسمی: کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزش، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران.n.ghasemi337@gmail.com
عفت حسین زاده: دانشجوی دکتری بیومکانیک، دانشکده علوم ورزشی دانشگاه مازندران، ساری، ایران. hoseinzade.effat@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۹۶/۱۱/۹ تاریخ پذیرش: ۹۷/۱/۲۰

چکیده

زمینه و هدف: بررسی فعالیت عضلات در افراد با کف پای صاف نقش مهمی در شناخت علت آسیب‌پذیری این افراد دارد. میزان و الگو فعالیت عضلات به سرعت راه‌رفتن بستگی داشته و تاکنون تفاوت فعالیت عضلات اندام تحتانی افراد با کف پای صاف و طبیعی در سرعت های مختلف راه‌رفتن ناشناخته مانده است. هدف پژوهش حاضر مقایسه فعالیت عضلات ساق پا بین دو گروه پای صاف و طبیعی حین راه‌رفتن روی نوارگردان در سرعتهای مختلف بود.

روش‌کار: پژوهش حاضر از نوع توصیفی-تحلیلی است. ۲۴ نفر مرد (۱۲ نفر کف پای طبیعی و ۱۲ نفر کف پای صاف) به روش در دسترس انتخاب و در این پژوهش کاربردی شرکت کردند. فعالیت عضلات دوقلو و درشت‌نئی قدامی طی راه‌رفتن با پای برهنه بر روی نوارگردان با سرعت های ۱/۷ و ۳/۵ متر بر ثانیه با استفاده از دستگاه بیوویژن جمع‌آوری شد. از آزمون آماری t مستقل در سطح ($p<۰/۰۵$) برای بررسی اختلاف معنی‌داری میانگین هر گروه استفاده گردید.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که در هر دو سرعت راه‌رفتن در فعالیت عضلات درشت‌نئی قدامی ($p=۰/۰۰۴$، $p=۰/۰۱$)و دوقلو ($p=۰/۰۰۱$، $p=۰/۰۰۵$) بین دو گروه اختلاف معناداری وجود دارد. در هر دو سرعت موردنظر فعالیت عضله درشت‌نئی قدامی در گروه کف پای صاف و فعالیت عضله دوقلو در افراد کف پای طبیعی به میزان قابل توجهی بیشتر بود.

نتیجه‌گیری: سرعت راه‌رفتن فعالیت عضلات ساق پا را در افراد با کف پای صاف تحت تاثر قرار داده و احتمال می‌رود یکی از عوامل موثر در آسیب‌پذیری بیشتر این افراد باشد. نتایج این تحقیق می‌تواند در طراحی برنامه‌های تمرینی و توانبخشی مورد توجه قرار گیرد.

کلیدواژه‌ها: فعالیت عضله، عضلات ساق پا، پای صاف، راه رفتن

مقدمه

راه رفتن اصلی ترین حرکت انجام شده توسط انسان بوده و جزو بیشترین فعالیت‌های انسانی محسوب می‌شود (۱). فعالیت راه رفتن با هدف های مختلف از قبیل افزایش تحرک پذیری افراد، کاهش وزن و حفظ تناسب اندام، پیشرفت تعادل، رشد بیشتر استخوان ها و غیره انجام می‌شود (۲و۳). مهارت راه رفتن تحت تاثیر بسیاری از عوامل بیرونی و درونی مثل ریخت شناسی بدن قرار دارد. تغییرات ساختاری بدن یکی از جنبه‌های ریخت‌شناسی بدن است که فاکتورهای بیومکانیکی و فعالیت عضلانی افراد در راه رفتن را تحت تاثیر قرار می‌دهد (۴). از آنجا که پا مهم ترین وسیله تعامل بین زمین و بدن انسان است، ساختار و نوع پا نقش تعیین کننده‌ای در حفظ کارایی موثر راه رفتن دارد به طوری که هرگونه انحراف در پا باعث حرکت غیرطبیعی آن هنگام راه رفتن شده و اثر خود را به شکل زنجیروار به مفاصل و اندام فوقانی انتقال می‌دهد (۵). از این رو، بروز ناهنجاری در این ناحیه به لحاظ بیومکانیکی حائز اهمیت بوده و می‌تواند احتمال آسیب افراد را افزایش دهد (۶).

یکی از مهم ترین ناهنجاری های ساختاری پا کاهش قوس طولی داخلی کف پا MLA (Medial Longitudinal Arch) است، که تحت عنوان صافی کف پا تعریف شده است (۷). طبق پژوهش های پیشین صافی کف پا با تغییر عملکرد طبیعی پا مثل اورشن طولانی مدت استخوان پاشنه، افزایش چرخش داخلی استخوان درشت نی،

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2026-11-19]
[DOR: 20.1001.1.22287043.1397.25.3.2.9]

افـزایش ابداکشـن بخـش جلـوی پـا، افـزایش اوج گشـتاور پلانتارفلکسورهای مچ پا، کاهش جـذب و تعدیل شوک های وارد به پا در فاز تماس با زمـین هنگام راه رفتن مشـارکت دارد (۱و۸) . عـلاوه بـر این صافی کف پا باعث تغییر در الگـو فعـال شـدن عضلات اندام تحتانی و دامنـه انقباضـات عضـلانی شده در نتیجه عملکرد اصلی عضلات ساق پـا کـه حفظ نیروهای مؤثر برای محافظـت پـا از حرکـات غیرطبیعی هنگام راه رفتن را مختل مـی‌کنـد (۹-۱۱) . مجموع این عوامل باعـث شـده افـراد دارای پای صاف بیشتر در معرض بسیاری از عارضه‌هـای بالینی اندام تحتانی مثل التهـاب نیـام کـف پـایی، التهاب تاندون آشیل، شین اسـپیلنت، درد مفصـل کشککی‌رانی و غیره قـرار داشـته و احتمـال وقـوع آسیب‌های دیگر در این افراد افزایش یابـد (۸، ۱۲، ۱۳) . با وجود تحقیقات انجام شده هنوز مکـانیزم اصلی رابطه بین تغییر سـاختار پـا و وقـوع آسـیب اندام تحتانی ناشناخته مانده است (۱۱ و۱۴).

بررسی فعالیت الکتریکی عضلات افراد دارای پای صاف در راه رفتن یکی از بخـش‌هـای ضـروری در شـناخت علـت آسـیب پـذیری ایـن افـراد بـوده و اطلاعات مفیـدی را در اختیـار متخصصـین بـرای انتخاب پروتکل درمانی و توانبخشی قرار مـی‌دهـد (۱۵ و۱۶). تاکنون تحقیقات نسبتاً زیادی در مورد ناهنجاری‌های کف پا و میـزان فعالیـت الکتریکـی عضلانی در مهارت‌هـای مختلـف بـه خصـوص راه رفتن انجام شده است. برخـی از محققـان گـزارش کردند که افراد دارای کف پای صاف در مقایسه بـا افراد نرمال در چرخه کامل راه رفتن میزان فعالیت عضلات اینورتور مثل درشت نئی قـدامی و خلفـی افزایش و فعالیت عضلات اورتور مثـل نـازک نئـی طویل کاهش می‌یابد (۱۱). همچنـین عزیزپـور در سال ۱۳۹۰ فعالیت الکتریکی عضـله درشـت نئـی قدامی در چرخه کامل راه رفـتن را مـورد مطالعـه قرار داد و گزارش کـرد کـه فعالیـت الکتریکـی در گروه‌های پای صاف و گـود نسـبت بـه گـروه پـای طبیعـی بـه طـور معنـی داری بیشـتر بـود (۱۷). گروهی دیگر از پژوهش‌های انجام شده اثر ساختار پا بر میزان فعالیت عضلات در فازهای مختلـف راه رفتن را مورد بررسی قرار دادند. برای مثال هانت و همکاران با مقایسه فعالیت عضلانی بـین دو گـروه پای صاف و نرمال در فاز تماس با زمین بیان کـرد که الگوی فعالیـت عضـلات بـین دو گـروه تقریبـاً مشابه بود، اما تفاوت قابل توجهی در میزان فعالیت عضلات بین دو گروه در مراحل مختلف فاز تمـاس با زمین وجود دارد (۸). عـلاوه بـر ایـن مـورلی در سال ۲۰۰۹ با بررسی اثـر سـاختار پـا بـر فعالیـت عضلات اندام تحتانی در راه رفتن نشان داد کـه از تماس پاشنه تا مرحله میانی فاز تماس با زمین، در افراد دارای صافی کف پا، عضله درشت نئی قدامی فعالیـت بیشـتر و عضـله نـازکنی طویـل فعالیـت کمتری را نسبت به افراد معمولی داشته در حـالی که در فاز میانی تماس با زمین عضـله نـازک نئـی طویل در افراد دارای پـای صـاف فعالیـت کمتـر و عضله درشت نئی خلفی فعالیت بیشتری را نسـبت بـه گـروه دارای پـای طبیعـی نشـان دادنـد (۱۰). موسوی و همکارانش در سـال ۲۰۱۵ در تحقیقـی به بررسی فعالیت عضلات ساق پا در دو گروه کـف پـای صـاف و طبیعـی پرداختـه و بـه ایـن نتیجـه رسیدند که سطح فعالیت عضلات دوقلو و نعلی در کل مرحله تماس بازمین بین دو گـروه کـف پـای صاف و طبیعی، تفاوت معناداری ندارد، ولی سـطح فعالیت عضله ساقی قدامی در کل مرحله تماس بـا زمین، تفاوت معنی داری نشان داد به گونه‌ای کـه فعالیت الکتریکی در گروه کف پای صاف بیشتر بود (۱۸). با وجود این برخـی تحقیقـات هـم اخـتلاف زیادی را در فعالیت عضلانی افراد کف پـای صـاف در مقایسه با افراد دارای ساختار طبیعی پا گزارش نکردند (۱۹).

مرور تحقیقات صورت گرفته در این زمینه نشان داد که اغلب این پـژوهش‌هـا بـه بررسـی فعالیـت عضلات در یـک سـرعت راه رفـتن پرداختـه‌انـد و تاکنون تغییر فعالیت عضـلات افـراد بـا کـف پـای صاف در سرعت‌های مختلـف راه رفـتن ناشـناخته مانده است. سرعت راه رفـتن یـک عامـل مـوثر در فعالیت عضلات اندام تحتانی محسوب می‌شـود بـه گونه‌ای که با افـزایش سـرعت راه رفـتن میـزان و الگوی فعالیت عضلات اندام تحتانی نیز تغییر مـی کند (۲۰ و ۲۱) . از طرف دیگر سـرعت راه رفـتن بهترین مقیاس‌های اندازه‌گیری توانایی راه رفتن به

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2026-11-19]

[DOR: 20.1001.1.22287043.1397.25.3.2.9]

خصوص در افراد دارای ناهنجای عضلانی اسکلتی بوده که برای ارزیابی برنامه‌های تمرینی، درمانی و توانبخشی مورد استفاده قرار می‌گیرد (۲۲). لذا، بررسی فعالیت الکتریکی عضلات اصلی در عمل راه رفتن در سرعت‌های مختلف می‌تواند کمک قابل توجهی به افراد دچار کف پای صاف در ارتباط با چگونگی استفاده از این فعالیت در برنامه‌های توانبخشی، کاهش وزن و افزایش تحرک پذیری کرده و باعث بهبود کیفیت زندگی این افراد گردد. با توجه به نتایج متناقض در ادبیات تحقیق و از آنجایی که تاکنون تحقیقی در زمینه بررسی فعالیت عضلات اندام تحتانی افراد با پای صاف در سرعت‌های مختلف انجام نشده، بنابراین هدف پژوهش حاضر بررسی و مقایسه فعالیت عضلات ساق پا حین راه رفتن روی تردمیل در سرعت‌های مختلف است.

روش کار

پژوهش حاضر که در سالن آزمایشگاه بیومکانیک دانشگاه بیرجند انجام شد از نوع کاربردی و روش تحقیق ان از نوع توصیفی-تحلیلی است. ۲۴ نفر مرد با توجه به شرایط عمومی و اختصاصی ورود به آزمون که عبارت است از عدم وجود آسیب در اندام تحتانی، عدم ابتلا به بیماری‌های عصبی-عضلانی، سابقه سوختگی، عدم داشتن هر گونه درد در ناحیه پا، شکستگی و جراحی در اندام تحتانی و شاخص توده بدنی(Body Mass Index-BMI) به صورت هدف دار و به شیوه در دسترس انتخاب و در دو گروه پای صاف و پای طبیعی قرار گرفتند. . قابل به ذکر است که علاوه بر داشتن شرایط ورود به آزمون ویژگی های ریخت شناسی افراد مثل سن، وزن و BMI افراد نیز کنترل شد . همه ی آزمودنی ها اطلاعات شخصی خود را در فرمی که قبل از اجرای آزمون به آن ها داده شد ثبت کردند و به آن ها اطمینان داده شد که این اطلاعات محرمانه است. برای مشخص کردن نوع ساختار کف پایی و تقسیم بندی آزمودنی‌ها به دو گروه کف پای صاف و نرمال از شاخص افتادگی استخوان ناوی استفاده شد که اولین بار توسط برودی در سال ۱۹۸۲ انجام شد (۲۳). سه بار این تست انجام و میانگین سه نمره به دست آمده از اختلاف بین وضعیت نشسته و ایستاده به عنوان شاخص افتادگی ناوی فرد لحاظ شد. آزمودنی‌ها با افتادگی ناوی بیشتر از ۱۰ میلی متر، در گروه کف پای صاف، بین ۴تا ۹میلی متر، در گروه کف پای طبیعی قرار گرفتند. در این پژوهش برای اندازه گیری قد آزمودنی‌ها از دستگاه قد سنج پارس مدل ۷۲۰با دقت ۱ میلی متر ساخت ایران، برای اندازه گیری وزن از ترازوی دیجیتالی سکا مدل ۷۲۰با دقت ۰/۰۰۱کیلوگرم ساخت ایران و برای ثبت فعالیت عضلانی از دستگاه الکترومیوگرافی ۱۶کاناله بیوویژن ساخت سوئیس استفاده شد.

در زمان اجرای آزمون پس از آماده سازی پوست آزمودنی‌ها با زدودن موهای زائد و تمیز کردن با الکل، الکترودهای سطحی روی عضلات درشت نئی قدامی و دوقلو براساس پروتکل اروپایی SENIAM متصل شدند. علت انتخاب این عضلات بر اساس نظر مورلی و همکارانش در سال ۲۰۰۹ این بود که این عضلات یا تاندون هایشان از لحاظ کلینیکی در افراد دارای کف پای صاف مستعد آسیب هستند و دچار تغییرات مخرب می شوند (۱۱). همچنین این عضلات در الکترومیوگرافی سطحی بیشترین قابلیت دسترسی را دارند. قابل به ذکر است که به علت نداشتن دستگاه الکترومیوگرافی بیسیم برای اینکه سیم‌ها در فعالیت راه رفتن سریع اختلال ایجاد نکند و راه رفتن سریع سبب جدا شدن الکترود از پای فرد نشود و همچنین به علت موقعیت قرارگیری دستگاه الکترومیوگرافی و نوارگردان، فعالیت عضلات پای چپ آزمودنی‌ها مورد بررسی قرار گرفت. بعد از نصب الکترودها آزمودنی ها با نحوه اجرای پروتکل آشنا شدند. پروتکل این آزمون بر اساس سرعت راه رفتن به دو مرحله تقسیم شد. در مرحله اول از آزمودنی ها خواسته شد ابتدا به مدت ۳ دقیقه با پای برهنه جهت آشنایی بیشتر و ایجاد آمادگی روی تردمیل با شیب صفر درجه راه بروند، سپس نوارگردان به وسیله محقق در سرعت ۱/۷متر برثانیه تنظیم شد. بعد از تنظیم سرعت تردمیل آزمودنی‌ها دوباره شروع به راه رفتن کردند که بعد از ۱۵ ثانیه از شروع راه رفتن به منظور

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2026-11-19]

[DOR: 20.1001.1.22287043.1397.25.3.2.9]

جدول ۱- اطلاعات دموگرافیک، شاخص توده بدنی و شاخص افت ناوی افراد حاضر در تحقیق

متغیرها	گروه‌ها	
	گروه کف پای طبیعی	گروه کف پای صاف
تعداد	۱۲ نفر	۱۲ نفر
جرم (کیلوگرم)	۶۹/۳۳±۵/۷۲	۶۵/۵±۵/۳۱
قد (سانتی متر)	۱۷۵±۴/۹۶	۱۷۳/۸۳±۳/۳۵
سن (سال)	۲۲/۵±۱/۹	۲۱/۷۵±۳/۳۵
شاخص افت ناوی (میلی متر)	۶/۳±۱/۰۳	۱۳/۰۶±۰/۶۶
شاخص توده بدن (کیلوگرم بر متر مربع)	۲۲/۶۲±۱/۴۵	۲۱/۶۷±۱/۹۷

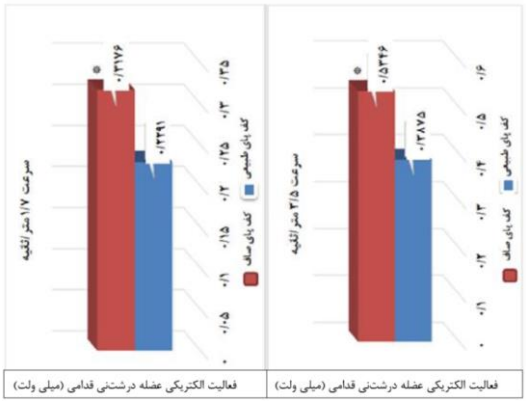
تنظیم سیکل گامبرداری به مدت ۲۰ ثانیه فعالیت الکتریکی عضلات ثبت شد. در مرحله دوم نیز ابتدا آزمودنی‌ها به مدت ۵ دقیقه پای برهنه روی تردمیل با شیب صفر درجه راه رفته سپس نوارگردان به وسیله محقق در سرعت ۳/۵ متر برثانیه تنظیم شد. مانند مرحله اول پس از ۱۵ثانیه راه رفتن روی تردمیل در سرعت تنظیم شده ۲۰ ثانیه فعالیت الکتریکی عضلات افراد ثبت شد. لازم به ذکر است مدت زمان استراحت آزمودنی ها بین دو مرحله ۱۵ دقیقه بود (۲۴).

در هر مرحله از آزمون سه کوشش صحیح و موفق از هر آزمودنی در نظر گرفته شد و سیگنال های ثبت شده از ثانیه ۵ تا ثانیه ۱۵ هر کوشش مورد تحلیل قرار گرفتند. سیگنال های ثبت شده از EMG پس از اینکه از صفر تا صد در صد در زمان مورد نظر طبیعی شد، ریشه دوم میانگین (Root Mean Square-RMS) که به عنوان شاخص فعالیت عضلانی در نظر گرفته شد توسط نرم افزار Matlab R2012b محاسبه گردید. مقادیر RMS برای هر عضله در فرآیند چرخه کامل راه رفتن، محاسبه شد. از آزمون شاپیر-ویلک برای بررسی نرمال بودن گروه‌ها و برای مقایسه فعالیت الکترومیوگرافی عضلات ساق پا در دو گروه با سرعت‌های مختلف از آزمون آماری t مستقل در سطح ($p<۰/۰۵$) استفاده شد. تمام داده‌ها به وسیله ی نرم افزار SPSS۱۹ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

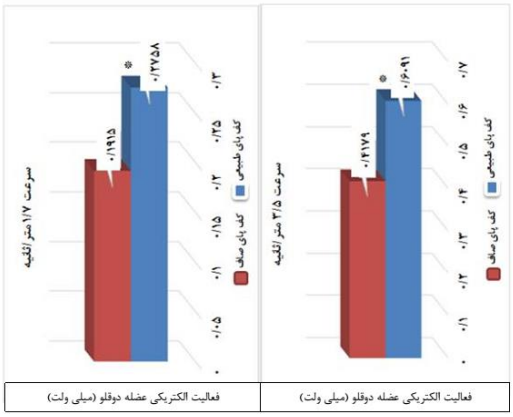
یافته‌ها

اطلاعات دموگرافیک، شاخص توده بدنی و شاخص افت ناوی آزمودنی‌ها در جدول۱ نشان داده شده است. همان طور که ملاحظه می‌شود گروه‌ها تنها در شاخص افت ناوی با هم اختلاف قابل توجهی دارند و در بقیه موارد تقریباً همگن هستند.

نتایج آماری نشان داد که اختلاف معنا داری بین فعالیت عضله درشت نئی قدامی بین دو گروه در سرعت ۱/۷ وجود دارد ($p=۰/۰۰۴$) به گونه‌ای که فعالیت این عضله در گروه کف پای صاف نسبت به گروه کف پای طبیعی بیشتر است. همچنین در



نمودار ۱- مقایسه فعالیت الکتریکی عضله درشت نئی قدامی در دوگروه پای صاف و نرمال در دو سرعت مختلف



نمودار ۲- مقایسه فعالیت الکتریکی عضله دوقلو در دوگروه پای صاف و نرمال در دو سرعت مختلف

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2026-11-19]
[DOR: 20.1001.1.22287043.1397.25.3.2.9]

سرعت ۳/۵ متر با ثانیه نیز فعالیت عضله درشت نئی قدامی بین دو گروه تفاوت معنی داری وجود دارد (p=۰/۰۰۱). به عبارت دیگر فعالیت این عضله به میزان قابل توجهی در افراد با کف پای صاف بیشتر از افراد با پای طبیعی است (نمودار۱).

در مورد عضله دوقلو همان طور که در نمودار ۲ مشاهده می‌شود فعالیت الکتریکی عضله دوقلو با سرعت ۱/۷متر/ثانیه در گروه کف پای صاف نسبت به گروه کف پای طبیعی کمتر است (p=۰/۰۰۱)؛ و در سرعت ۳/۵ متر بر ثانیه نیز اختلاف معناداری بین فعالیت عضله دوقلو در دو گروه وجود داشته (p=۰/۰۰۵)، به گونه‌ای که فعالیت این عضله در گروه کف پای صاف به طور معناداری کمتر از گروه پای طبیعی است.

بحث و نتیجه گیری

هدف از پژوهش حاضر مقایسه فعالیت عضلات ساق پا بین دو گروه کف پای صاف و نرمال حین راه رفتن با سرعت‌های مختلف بود. به طور کلی نتایج این مطالعه بیانگر تغییر فعالیت عضلات ساق پا حین راه رفتن با سرعت‌های مختلف در افراد دچار صافی کف پا در مقایسه با افراد نرمال بود. بر اساس نتایج حاصل از مقایسه فعالیت عضله درشت نئی قدامی در دو سرعت ۱/۷و ۳/۵ متر/ثانیه مشخص شد که عضله درشت نئی قدامی، در فاز کامل راه رفتن در افراد دارای کف پای صاف، فعالیت بیشتری را در مقایسه با افراد دارای کف پای طبیعی از خود نشان داد که با نتایج بیشتر پژوهش‌های انجام شده در این زمینه همخوانی دارد (۱۰، ۱۸، ۲۵) . تفاوت در فعالیت عضلات اندام تحتانی در افراد دارای ناهنجاری کف پا به تفاوت‌های عملکردی و تغییر متغیرهای کینماتیکی آن ها مرتبط است (۸ و ۲۵) . طبق ادبیات تحقیق در ابتدای فاز تماس با زمین، پای انسان تمایل به پرونیشن دارد. این تمایل به پرونیشن با چرخش داخلی استخوان درشت‌نئی همراه است تا به خوبی بتواند باعث جذب شوک شود (۲۵). در افراد دارای کف پای صاف میزان پرونیشن، بیش از حد است (۲۶). از طرف دیگر پرونیشن ترکیبی از حرکات اورشن، دورسی فلکشن و ابداکشن است که محققان رابطه مثبتی بین کف پای صاف و میزان اورشن بخش عقبی پا در ۵۰ درصد اولیه فاز تماس با زمین حین راه رفتن گزارش کردند (۱۴). عضله درشت نئی قدامی به نوعی کنترل کننده اورژن، و در نتیجه پرونیشن پا می‌باشد (۲۷). در واقع افزایش حداکثر دامنهٔ عضله درشت نئی قدامی در افراد با کف پای صاف، در واکنش به افزایش پرونیشن مفصل زیر قاپی و تلاش برای کاهش گشتاور پرونیشن در این مفصل صورت گیرد، به عبارت دیگر فعالیت بیش از حد این عضله یکی از مکانیزم‌های کنترلی برای جلوگیری از پرونیشن بیش از حد در افراد کف پای صاف می‌باشد (۸، ۱۷، ۲۸). علاوه بر این در اوایل فاز تماس با زمین عضلهٔ درشت نئی قدامی با انقباض برونگرا باعث کنترل پلانتارفلکشن و کاهش سرعت برخورد قسمت جلو پا با زمین می‌شود. همچنین در افراد با کف پای صاف فعالیت عضلات برون مفصلی مانند درشت نئی قدامی قوس طولی داخلی پا را حمایت می‌کند که خود دلیل دیگری برای افزایش فعالیت این عضله در افراد دارای کف پای صاف می‌باشد (۸و۲۹).

یافته‌های تحقیق حاضر نشان داد که عضله دوقلو در افراد دارای کف پای طبیعی نسبت به افراد دارای کف پای صاف در هر دو سرعت راه رفتن فعالیت بیشتری از خود نشان می‌دهد. نتایج برخی مطالعات پیشین مثل مورلی و همکاران در سال ۲۰۰۶ و بیناباجی و همکاران در سال۱۳۹۱ همسو با نتایج تحقیق حاضر است. اما موسوی و همکاران در سال ۲۰۱۵ تفاوت معنی داری بین فعالیت عضله دوقلو بین دو گروه پای صاف و طبیعی مشاهده نکردند که مخالف با نتایج این تحقیق است (۱۸). علاوه بر این وانگ و همکاران در سال ۲۰۱۱ با بررسی اثر اینورشن و اورشن مفصل زیر قاپی در طی مرحله سکون راه رفتن گزارش دادند که اورشن بیش از حد در افراد دارای پای صاف باعث افزایش فعالیت عضله دوقلو می گردد (۳۰). علت ناهمخوانی نتایج این پژوهش‌ها با تحقیق حاضر ممکن است به دلیل فاز مورد بررسی در راه رفتن، جنسیت آزمودنی ها و تفاوت در روش اندازه گیری میزان قوس کف پا باشد. در

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2026-11-19]
[DOR: 20.1001.1.22287043.1397.25.3.2.9]

توضیح این موضوع می‌توان گفت طی راه رفتن، عضله دوقلو پس از فاز تماس پاشنه با زمین، با انقباض برونگرای خود، باعث کنترل غلتیدن و سر خوردن اندام های روی مچ پا می‌شود. همچنین موقع راه رفتن، زمانی که شخص روی پای خود سر می‌خورد، در ثبات مفصل مچ همکاری می‌کند (۳۱). در افراد دارای کف پای صاف پس از مرحله تماس پاشنه با زمین، در مفصل مچ یک گشتاور اینورتوری وجود دارد. این در حالی است که در افراد دارای پای طبیعی در مفصل مچ پا، گشتاور اورتوری وجود دارد. در ابتدای فاز تماس راه رفتن، پای انسان برای جذب شوک به وضعیت پرونیشن می رود. پس از جذب شوک، برای اینکه پا بتواند نیروی جلو برنده ناشی از فعالیت عضلات سه سر ساقی را به جلوی پا انتقال دهد، پای انسان باید به وضعیت سوپینیشن تغییر وضعیت دهد، تا انتقال نیرو به طور مناسبی شکل بگیرد (۱۷ و۱۸) . به نظر می‌رسد که عضله دوقلوی داخلی در فاز میانی سکون علاوه بر تولید نیروی جلو برنده، با توجه به قابلیت این عضله برای ایجاد اینورژن، برای کمک به سوپینیشن پا نیز وارد عمل می شود و این امر باعث افزایش فعالیت عضله دوقلو در افراد با پای طبیعی می گردد. اما علت کمتر بودن فعالیت مشاهده شده عضله دوقلوی در افراد با پای صاف را می‌توان به ضعف عضلات پلانتار فلکسور در ناهنجاری صافی کف پا و در نتیجه فعالیت کمتر آن ها نسبت داد. همچنین شاید وجود تغییرات و تفاوت‌های کینماتیکی مفاصل اندام تحتانی مبتلایان به صافی کف پا نسبت به ساختار طبیعی پا عملکرد این عضلات را متاثر کند؛ چرا که نقش پلانتار فلکسورها در طول راه رفتن، بیشتر مشارکت در ثبات زانو و مچ پا و مهار چرخش استخوان درشت‌نئی است که با تغییرات مکانیکی مفاصل در اندام تحتانی مرتبط با صافی کف پا، دچار تغییر می شود.

همان طور که قبلاً اشاره شد جنبه نو بودن این تحقیق مقایسه فعالیت عضلات در دو سرعت آهسته و سریع بین دو گروه کف پای صاف و نرمال است. نتایج پژوهش نشان داد که فعالیت بیشتر عضله درشت نئی قدامی افراد با کف پای صاف در تمام سرعت های راه رفتن آهسته و سریع تفاوت معنی داری نسبت به فعالیت این عضله در افراد با پا طبیعی دارد. از طرف دیگر با تغییر سرعت راه رفتن از آهسته به سریع باز هم میزان فعالیت عضله دوقلو در افراد با پای طبیعی به طور معناداری بیشتر از افراد با کف پای صاف است، در نتیجه تغییر سرعت راه رفتن میزان فعالیت عضلات را بیشتر کرده ولی تغییری در تفاوت فعالیت این عضله در دو گروه ایجاد نمی‌کند. در همین راستا لی در سال ۲۰۱۴ با بررسی تاثیر راه رفتن آهسته، طبیعی و سریع با یک شیب صعودی بر روی فعالیت عضلات اندام تحتانی گزارش کردند که فعالیت بیشتر عضلات در افراد با کف پای صاف تفاوت معنی داری نسبت به فعالیت عضلات در افراد با پا طبیعی در تمام سرعت های راه رفتن آهسته، طبیعی و سریع دارد که با یافته‌های تحقیق حاضر همخوانی دارند (۱).

پژوهش حاضر دارای محدودیت‌هایی نیز بود که می‌توان به عدم بررسی فعالیت عضلات عمقی به دلیل استفاده ازالکترومیوگرافی سطحی اشاره کرد.

از سوی دیگر به نظر می‌رسد اگر در این مطالعه برای تعیین دقیق مشخصه‌های زمانی مراحل استانس راه رفتن از صفحه نیرو سنج استفاده شود، نتایج دقیق‌تری حاصل می گردد.

به طور کلی نتایج این پژوهش حاکی از آن است که در همه سرعت های دویدن از آهسته تا سریع فعالیت عضله درشت نئی قدامی در افراد با کف پای صاف بیشتر از افراد نرمال بوده در حالی که فعالیت عضله دوقلو در افراد با کف پای طبیعی به طورمعنی داری کمتر از افراد با کف پای صاف است. در نتیجه سرعت راه‌رفتن فعالیت عضلات ساق پا را در افراد با کف پای صاف تحت تاثر قرار می دهد. نتایج این تحقیق می‌تواند در طراحی برنامه‌های تمرینی و توانبخشی مورد توجه قرار گیرد.

تقدیر و تشکر

این بژوهش با حمایت دانشگاه دولتی بیرجند در سال ۹۴ انجام شده و برگرفته از پایان نامه کارشناسی ارشد می باشد.

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2026-11-19]

[DOR: 20.1001.1.22287043.1397.25.3.2.9]

بدین‌وسیله از مسئولین دانشگاه بیرجند برای حمایت های مادی و معنوی در اجرای این تحقیق و کلیه آزمودنی‌هایی که در این راه ما را یاری رسانیدند، کمال تشکر را داریم.

منابع

1. Lee CR, Kim MK. The effects on muscle activation of flatfoot during gait according to the velocity on an ascending slope. J Phys Ther Sci; 2014.26(5):675-7.
2. Khademi-Kalantari K, Rahimi F, Hosseini SM, Baghban AA, Jaberzadeh S. Lower limb muscular activity during walking at different speeds: Over-ground versus treadmill walking: A voluntary response evaluation. J Bodyw Mov Ther; 2016.1-7.
3. Duval J. Enhancing the benefits of outdoor walking with cognitive engagement strategies. J Environ Psychol; 2011.31:27-35.
4. Gill SV, Keimig S, Kelty-Stephen D, Hung YC, DeSilva JM. The relationship between foot arch measurements and walking parameters in children. J BMC Pediatrics 2016. 16:1-8.
5. Ledoux WR, Shofer JB, Ahroni JH, Smith DG, Sangeorzan BJ, Boyko E . Biomechanical differences among pes cavus, neutrally aligned, and pes planus feet in subjects with diabetes. Foot Ankle Int; 2003.24(11):845-50.
6. Zifchoc RA, Davis I .A comparison of semi-custom and custom foot orthotic devices in high- and low-arched individuals during walking. Clin Biomech; 2008.23(10):1287-93.
7. Lee JE, Park GH, Lee YS, Kim MK. A comparison of muscle activities in the lower extremity between flat and normal feet during one-leg standing. J Phys Ther Sci; 2013. 25(9):1059-61.
8. Hunt AE, Smith RM. Mechanics and control of the flat versus normal foot during the stance phase of walking. Clin Biomech; 2004.19:391-7.
9. Winter DA, Yack HJ .EMG profiles during normal human walking: Stride-to-stride and intersubject variability. J Clin Neurophysiol; 1987.67: 402-11.
10. Murley GS, Mens HB, Landorf KB. Foot posture influences the electromyographic activity of selected lower limb muscles during gait. J Foot Ankle Res; 2009.2:35.
11. Murley GS, Landorf KB, Menz HB, Bird AR. Effect of foot posture, foot orthoses and footwear on lower limb muscle activity during walking and running: a systematic review. Gait Posture; 2009.29:172-87.
12. Tweed JL, Campbell JA, Avil SJ. Biomechanical risk factors in the development of medial tibial stress syndrome in distance runners. J Am Podiatr Med Assoc; 2008.98(6):436-44.
13. Queen RM, Mall NA, Nunley JA, Chuckpaiwong B. Differences in plantar loading between flat and normal feet during different athletic tasks. Gait Posture; 2009.29(4):582-6.
14. Buldt AK, Levinger P, Murley GS, Menz HB, Nester C, Landorf KB. Foot posture is associated with kinematics of the foot during gait: A comparison of normal, planus and cavus feet. J Gait Posture; 2015.42:42-8.
15. Frigo C, Crenna P. Multichannel SEMG in clinical gait analysis: a review and state-of-the-art. Clin Biomech (Bristol, Avon) 2009.24(3):236-45.
16. Beinabaji H, Anbarian M, Sokhangouei Y. [The effect of flat foot on lower limb muscles activity pattern and plantar pressure characteristics during walking]. J Res Rehabil Sci; 2012.8(8):1328-41.Persian.
17. Azizpour S, Anbarian M. Effects of pronated and supinated foot types on the surface electromyographic activity of selected lower limb muscles during gait. Jsmt; 2012.10:123-38 . Persian.
18. Mosavi SK, Bazvand M, Memar R, Sadeghi H. Comparison of leg muscles electromyography during gait in pescavus and planus in men aged 20-28 year. Sjkums; 2015.71-9. [Persian].
19. Keenan MA, Peabody TD, Gronley JK, Perry J. Valgus deformities of the feet and characteristics of gait in patients who have rheumatoid arthritis. J Bone Joint Surg Am; 1991.73(2):237-47.
20. Stoquart G, Detrembleur C, Lejeune T. Effect of speed on kinematic, kinetic, electromyographic and energetic reference values during treadmill walking. Neurophysiol Clin; 2008.38:105-16.
21. Otter AR, Geurts ACH, Mulder T, Duysens J. Speed related changes in muscle activity from normal to very slow walking speeds. J Gait Posture; 2004.19:270-8.
22. Keijsers NLW, Stolwijk NM, Renzenbrink GJ, Duysens J. Prediction of walking speed using single stance force or pressure measurements in healthy subjects. J Gait Posture ;2016.43:93-5.
23. Brody D M .Techniques in the evaluation and treatment of the injured runner. Orthop Clin North Am; 1982.13(3): 541-58.
24. Khademi_kalantari KH , Rahimi F, Hosseini M, Akbarzade AR. Comparison of lower limb muscular activity pattern during treadmill and over ground walking at different speeds. J Sport Rehabil; 2012.4(3):73-80.
25. Hunt AE, Smith RM, Torode M. Extrinsic muscle activity, foot motion and ankle joint moments during the stance phase of walking. Foot Ankle Int; 2001.22(1): 31-41.
26. Williams DS, McClay IS, Hamill J. Arch structure and injury patterns in runners. Clin Biomech; 2001.16(4):341-7.
27. Powell DW, Long B, Milner C E, Zhang S. Frontal plane multi-segment foot kinematics in

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2026-11-19]

[DOR: 20.1001.1.22287043.1397.25.3.2.9]

high-and low-arched females during dynamic loading tasks. Hum Mov Sci; 2011.30(1):105-14.

28. 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.

29. Gray EG, Basmajian JV. Electromyography and cinematography of leg and foot ("normal" and flat) during walking. Anat Rec; 1968.161(1):1-15.

30. Wang R, Gutierrez-Farewik EM. The effect of subtalar inversion/eversion on the dynamic function of the tibialis anterior, soleus, and gastrocnemius during the stance phase of gait. J Gait Posture; 2011. 34:29-34.

31. Oatis CA. Kinesiology, the mechanics & Pathomechanics of Human Movement. 2nd ed. Philadelphia: Pennsylvania; 2016.

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2026-11-19]

[DOR: 20.1001.1.22287043.1397.25.3.2.9]

The comparison of shank muscles electrical activity in people with flat and normal feet during walking on treadmill with different speeds

***Saeed Ilbeigi**, PhD, Associate Professor of Sport Biomechanics, School of Sport Sciences, University of Birjand, Birjand, Iran (*Corresponding author). silbeigi@birjand.ac.ir
Noorollah Ghasemi, MA, School of Sport Sciences, University of Birjand, Birjand, Iran. n.ghasemi337@gmail.com
Effat Hoseinzadeh, PhD Student of Sport Biomechanics, School of Sport Sciences, University of Mazandaran, Sari, Iran. hoseinzade.effat@yahoo.com

Abstract

Background: The muscles activity of individuals with flat foot play an important role in identifying the causes of these people's vulnerability. The rate and pattern of muscles activity depends on the speed of walking and so far, difference in muscles activity of individuals with flat foot and normal during walking with different speeds remains unknown. Therefore, the purpose of this investigation was to compare the muscle activity of shank muscles in flat and normal feet during walking on treadmill with different speeds.
Methods: Study type is descriptive-analytical type. 24 men (12 people with normal foot and 12 people with flat foot) were selected in an accessible way and participated in this applied research. The activities of the Tibialis Anterior (TA) and Gastrocnemius (GA) muscles were collected via Biovision machine when the participants were walking on the treadmill while bare feet and a speed of 1.7 and 3.5 m/s. I Independent t-test was used to examine the significance of the difference between two groups.
Results: The results indicated that there is a significant difference between the two groups in the activities of TA and GA muscles in both walking speeds. TA muscle activity was significantly greater in individuals with flat foot and EMG of GA muscles was significantly greater in individuals with normal foot in the two desired speeds.
Conclusion: The speed of walking affects the amount and pattern of the activity of the shank muscles in people with flat foot and it is likely to be one of the vulnerability factors in these people. The results of this research can be considered in the design of training and rehabilitation programs.

Keywords: Muscle activity, Shank muscle, Pronated foot, Walking

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2026-11-19]

[DOR: 20.1001.1.22287043.1397.25.3.2.9]