

## مقایسه میزان و نسبت قدرت ایزومتریک عضلات مچ پا در افراد دارای کف پای صاف، گود و طبیعی

مهدی قادریان<sup>۱</sup>، غلامعلی قاسمی<sup>۲</sup>

۱. دانشجوی دکتری آسیب‌شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی دانشگاه اصفهان

۲. دانشیار آسیب‌شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی دانشگاه اصفهان\*

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۱۰/۰۴

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۲/۰۳

### چکیده

هدف از پژوهش حاضر، مقایسه میزان و نسبت قدرت ایزومتریک عضلات مچ پا در افراد دارای کف پای صاف، گود و طبیعی بود. بدین منظور، ۴۵۰ دانش‌آموز پسر با دستگاه پدوسکوپ، اسکنر کف پا و شاخص استاهلی ارزیابی گردیدند که از میان آن‌ها، ۹۰ نفر انتخاب شدند و در سه گروه ۳۰ نفری کف پای صاف منعطف، گود و طبیعی قرار گرفتند. قدرت ایزومتریک نیز با استفاده از دستگاه دینامتر دیجیتال اندازگیری گردید. نتایج نشان می‌دهد که میانگین قدرت اینورتورها در گروه پای صاف، کمتر از گروه‌های پای گود و طبیعی است. در گروه پای صاف نیز میانگین قدرت دورسی فلکسورها، کمتر بوده و نسبت قدرت عضلات اورتور به اینورتور، بیشتر از گروه پای گود می‌باشد. علاوه بر این، یافته‌ها حاکی از ضعف اینورتورها، دورسی فلکسورها و اینورتورها نسبت به اورتورها در گروه پای صاف می‌باشد؛ بنابراین، توصیه می‌شود در اصلاح ناهنجاری کف پای صاف منعطف، بر تقویت اینورتورها و دورسی فلکسورها تأکید شود.

**واژگان کلیدی:** قدرت ایزومتریک، مچ پا، کف پای صاف، کف پای گود

### مقدمه

ارزیابی عملکرد عضله انسان از دیرباز هدف متخصصان ورزش و توانبخشی بوده است و آن‌ها همواره به ارزیابی و اندازه‌گیری دقیق نیروی عضله علاقه نشان داده‌اند (۱). قدرت عضلات یکی از مهم‌ترین اجزا در عملکرد ورزشی بوده و از فاکتورهای اصلی موفقیت در ورزش است که موجب اجرای بهتر مهارت‌های تکنیکی، تاکتیکی و کاهش آسیب‌ها و ناهنجاری‌ها می‌شود (۲). قدرت، پارامتری است که اغلب برای ارزیابی عملکرد عضله انسان به کار می‌رود و بیشترین نیرویی است که یک عضله خاص و یا گروهی از عضلات می‌توانند تولید نمایند. میزان قدرت عضلانی با توجه به گروه عضلانی، نوع انقباض، سرعت انقباض و زاویه مفصلی مشخص می‌شود (۳). علاوه بر این، قدرت ایزومتریک، توانایی عضلات برای تولید حداکثر نیرو جهت مقابله با یک مقاومت ثابت است و به‌عنوان یک شاخص معتبر جهت ارزیابی عملکرد عضلانی استفاده می‌شود. شایان‌ذکر است که در انقباض ایزومتریک، به دلیل بیشتر بودن مقاومت خارجی از حداکثر نیروی تولیدی عضله، طول عضله تغییر نمی‌کند (۴).

مطالعات نشان داده‌اند که از میان شاخص‌های آمادگی جسمانی و تندرستی، قدرت، بیش از سایر فاکتورها در بحث آسیب‌شناسی ورزشی و توانبخشی مطرح گشته و مورد توجه بوده است (۵،۶). مربیان ورزش و شاغلان در عرصه طب ورزشی، بر دوری‌جستن از صدمات حاصل از تشخیص کمبودهای قدرتی و روابط قدرتی گروه‌های عضلات دوطرفه و متقابل تأکید دارند (۱). عضلات علاوه بر ایجاد حرکت، در حفظ راستای ساختارهای قامتی نیز نقش دارند و اگر بین عضلات موافق و مخالف در دو سوی یک مفصل، هماهنگی نسبی مناسب و متناسب به لحاظ قدرت وجود نداشته باشد، زمینه آسیب و ناهنجاری جسمانی در آن ایجاد می‌گردد (۷). هم‌انقباضی گروه‌های عضلانی موافق و مخالف به‌عنوان عامل مهم ایجاد ثبات پویا در یک مفصل شناخته شده است و نسبت قدرت این گروه‌های عضلانی در ارزیابی‌های پیشگیری از آسیب و ناهنجاری و همچنین، نظارت بر پیشرفت دوره توانبخشی و درمانی از سوی پژوهشگران و درمان‌گران مورد توجه قرار دارد (۸). قدرت، ضعف و کوتاهی عضلات، بر امتداد و عملکرد بدن تأثیر زیادی دارد. عدم تعادل قدرت عضلات، راستای بدن را بر هم می‌زند و زمینه وارد آمدن فشارهای نامتعارف به مفاصل و سایر بافت‌ها را فراهم می‌آورد (۹). ناهنجاری‌های عضلانی - اسکلتی، شرایط نامطلوبی هستند که بر اثر عوامل محیطی، فقر حرکتی و کارکرد نامناسب عضلات و مفاصل به وجود می‌آیند (۱۰) که از جمله متداول‌ترین آن‌ها می‌توان به کف پای صاف و گود اشاره کرد که عدم تعادل عضلانی در مفاصل مچ و کف پا، از علل ایجاد آن می‌باشد (۱۱). کاهش ارتفاع قوس طولی داخلی پا، کف پای صاف و افزایش آن، "کف پای گود" نامیده می‌شود (۱۲) که هر کدام از آن‌ها، عاملی برای اختلال عملکرد پا

و اندام تحتانی بوده و به دو دسته منعطف و سخت تقسیم‌بندی می‌شوند (۱۳). صافی کف پا، عارضه نسبتاً شایعی است که با سوپینیشن قسمت قدامی و پرونییشن قسمت خلفی پا همراه می‌باشد (۱۴). کف پای صاف منعطف می‌تواند به علت شلی رباطها ایجاد شود (که این عارضه تا سن چهار تا شش سالگی طبیعی می‌باشد) (۱۵). لازم‌به‌ذکر است که علل ایجادکننده کف پای صاف شامل: اضافه‌وزن، بستری‌شدن، عدم تحرک بدنی طولانی‌مدت، افزایش سن، مشاغل سرپایی نظیر آرایشگری، وراثت، ضعف و کوتاهی عضلات ناحیه ساق و کف پا، پوشیدن کفش‌های نامناسب به مدت طولانی، شکستگی شدید و بد جوش خوردن استخوان‌های ناحیه پا می‌باشد (۱۶). در پژوهشی، میزان شیوع کف پای صاف منعطف در دانش‌آموزان ابتدایی شهر شیراز، معادل ۷/۳۵ درصد از میان ۸۱۳ دانش‌آموز گزارش شده است (۱۷). در سال (۱۳۸۵)، این میزان در کودکان ۷ تا ۱۴ ساله شهر اصفهان، حدود ۲۳/۵ درصد با فراوانی نسبی تقریباً یکسان در دو گروه جنسیتی به ثبت رسیده است (۱۴). علاوه‌براین، کف پای گود، یک ناهنجاری متداول است که با قوس طولی داخلی بیش از حد، چرخش داخلی بخش خلفی پا و پلاننار فلکشن اولین مفصل کف پای<sup>۱</sup> مشخص می‌شود (۱۸) و ممکن است با عدم تعادل عضلانی اطراف مچ پا و پا همراه باشد (۱۹). حفظ مناسب قوس کف پا، نیازمند فراهم‌آمدن ثبات ایستا توسط کیسول و لیگامنت‌های مفصل پا و نیز ثبات پویا از طریق عضلات پا می‌باشد (۲۰) که لازمه حفظ ثبات پویا در پا، عملکرد مناسب هر دو گروه عضلات درون‌پایی<sup>۲</sup> و برون‌پایی<sup>۳</sup> است (۲۱). عضلات برون‌پایی علاوه بر عبور از مفصل مچ پا، از روی مفصل تحت قاپی<sup>۴</sup> نیز می‌گذرند و به استخوان‌های مچ، کف و انگشتان پا متصل می‌شوند و در حفظ ساختار کف پا ایفای نقش می‌کنند (۲۲). آیداغ<sup>۵</sup> و همکاران در بررسی رابطه بین شاخص قوس کف پا و قدرت عضلات مچ پا در ژیمناست‌های نخبه نشان دادند که بین قدرت عضلات اورتور مچ پا و شاخص قوس کف پا همبستگی وجود دارد (۲۳). درمقابل، لیزیز<sup>۶</sup> و همکاران در بررسی رابطه بین قدرت انفجاری اندام تحتانی و قوس طولی داخلی کف پا، هیچ رابطه معناداری را مشاهده نکردند (۲۴).

در ارتباط با موضوع موردبررسی در پژوهش حاضر، پژوهشی که به‌طور مستقل به بررسی میزان و نسبت قدرت عضلات مچ پا در ارتباط با قوس طولی داخلی در انواع مختلف کف پا پرداخته باشد، یافت نگردید. با توجه به اهمیتی که عضلات احاطه‌کننده مچ پا در حفظ مناسب قوس طولی داخلی

- 
1. First Metatarsal
  2. Intrinsic Muscles
  3. Extrensic Muscles
  4. Subtalar Joint
  5. Aydog
  6. Lizis

کف پا دارند، مقایسه میزان، نسبت و تعادل قدرت این عضلات در انواع مختلف، ساختار کف پا را ارزشمند می‌سازند؛ از این رو، هدف از پژوهش حاضر، مقایسه قدرت ایزومتریک عضلات احاطه‌کننده مچ پا و نسبت قدرت این عضلات در افراد دارای کف پای صاف، گود و طبیعی می‌باشد.

### روش پژوهش

این پژوهش یک مطالعه مقایسه‌ای پس از وقوع بود که جامعه آماری آن را دانش‌آموزان پسر ۱۰ تا ۱۳ ساله مدارس بخش جرقویه سفلی تشکیل دادند. پس از اخذ رضایت‌نامه از والدین دانش‌آموزان، ارزیابی اولیه ساختار کف پای ۴۵۰ نفر از آن‌ها با استفاده از دستگاه پدوسکوپ<sup>۱</sup> و به صورت کیفی انجام شد. ارزیابی دوم جهت ثبت نقش کف پای آزمودنی‌ها نیز با استفاده از دستگاه اسکندر کف پا انجام گرفت و میزان قوس کف پا از طریق شاخص استاهلی<sup>۲</sup> و به صورت کمی مشخص گردید. در نهایت، ۹۰ نفر از دانش‌آموزان به شکل داوطلبانه به عنوان نمونه انتخاب شدند و در سه گروه ۳۰ نفری کف پای صاف منعطف، کف پای گود و کف پای طبیعی قرار گرفتند. ذکر این نکته ضرورت دارد که قدرت ایزومتریک عضلات مچ پا شامل: دورسی فلکسورها، پلانتر فلکسورها، اینورتورها و اورتورها، با استفاده از دستگاه دینامتر دیجیتال جی تک<sup>۳</sup> ساخت کشور آمریکا اندازه‌گیری شد. شرایط ورود دانش‌آموزان به این پژوهش عبارت بود از: قراردادن در رده سنی ۱۰ تا ۱۳ سال، مذکر بودن، رضایت آگاهانه و سلامت عمومی که کسب اطلاعات در این موارد از طریق مصاحبه با بهداشت‌یار مدرسه و مطالعه پرونده پزشکی دانش‌آموزان حاصل شد. در نهایت، افرادی وارد پژوهش شدند که به صورت قرینه، قوس کف پای آن‌ها کم، طبیعی و یا زیاد بود. لازم به ذکر است که افراد مبتلا به صافی یا گودی در یک پا، در غربال‌گری اولیه به ندرت مشاهده گردیدند، اما جهت جلوگیری از هرگونه اثر احتمالی منفی بر یافته‌ها، از پژوهش کنار گذاشته شدند. علاوه بر این، هیچ‌یک از آزمودنی‌ها دارای اختلاف در طول دو پا، اختلال اسکلتی عضلانی و سابقه آسیب یا جراحی اندام تحتانی، سابقه شکستگی در استخوان‌های ساق پا، مچ پا و پا، مشکلات ارتوپدی جدی (۲۵) و سابقه استفاده از کفی طبی نبودند. ذکر این نکته ضرورت دارد که به منظور تعیین وزن و قد آزمودنی‌ها، به ترتیب از ترازوی عقربه‌ای و قدسنج دیواری بهره گرفته شد و برای درج سن آزمودنی‌ها، از پرونده آموزشی آن‌ها استفاده گردید.

### نحوه مشخص کردن میزان قوس کف پا

- 
1. Podoscope
  2. Staheli Index
  3. Power track Commander II J Tech Medical

جهت محاسبه میزان قوس کف پا از دستگاه اسکنر کف پای جینیوس<sup>۱</sup> (ساخت کشور چین) استفاده شد. بدین منظور، از آزمودنی‌ها خواسته شد با پای برهنه، به راحتی و درحالی که وزن خود را به طور مساوی بین دو پا تقسیم کرده‌اند، روی صفحه اسکنر بایستند. پس از ۱۰ ثانیه ایستادن و نقش‌بستن کف پا بر صفحه اسکنر، از کف پا تصویربرداری گشت، نقش کف پا ثبت شد و تصاویر ذخیره گردید. سپس، از ابزار خط‌کش<sup>۲</sup> در نرم‌افزار فتوشاپ<sup>۳</sup> (ساخت کشور آمریکا) جهت محاسبه میزان قوس کف پا از طریق شاخص استاهلی استفاده شد. قابل توجه است که ضریب اعتبار و پایایی بالای (۰/۹۸) برای این روش اندازه‌گیری گزارش شده است (۲۶). شایان ذکر است که جهت اندازه‌گیری قوس کف پا، شاخص‌های مختلفی از جمله شاخص قوس<sup>۴</sup>، اسمیراک چپاکس<sup>۵</sup>، زاویه آلفا<sup>۶</sup>، شاخص استاهلی و غیره وجود دارد، اما تنها روش استفاده‌شده در کشور ما که دارای روایی و پایایی و نیز نرم مربوطه بوده و اجازه مقایسه یافته‌ها را می‌دهد، شاخص استاهلی است (۲۷). این شاخص از تقسیم کم‌عرض‌ترین قسمت وسط پا بر عرض‌ترین قسمت پشت پا (پاشنه) به دست می‌آید و براساس آن، مقادیر  $SI < 0/44$  به عنوان کف پای گود،  $0/44 \leq SI \leq 0/89$  به عنوان کف پای طبیعی و  $SI > 0/89$  به عنوان کف پای صاف، بررسی شده و ارزیابی کمی می‌گردد (شکل شماره یک) (۲۸). برای تشخیص کف پای صاف انعطاف‌پذیر از ساختاری، از فرد خواسته شد که یک‌بار در حالت تحمل وزن بایستد و یک مرتبه روی نوک پنجه پا بلند شود. اگر در حالت تحمل وزن، قوس طولی داخلی پا وجود نداشت، اما با ایستادن روی نوک پنجه پا این قوس ظاهر می‌گشت، مشخص می‌شد که صافی کف پا از نوع انعطاف‌پذیر می‌باشد (۲۹).

- 
1. Genius-Colorpage-HR7X Slim
  2. Ruler tools
  3. Adobe Photoshop CS5(64 Bit)
  4. Arch index
  5. Chippaux-Smirak index
  6. Alpha Angle



شکل ۱- نمونه‌ای از نقش کف پا و نحوه محاسبه قوس کف پا با استفاده از شاخص استاهلی (SI)

### اندازه‌گیری قدرت ایزومتریک عضلات مچ پا

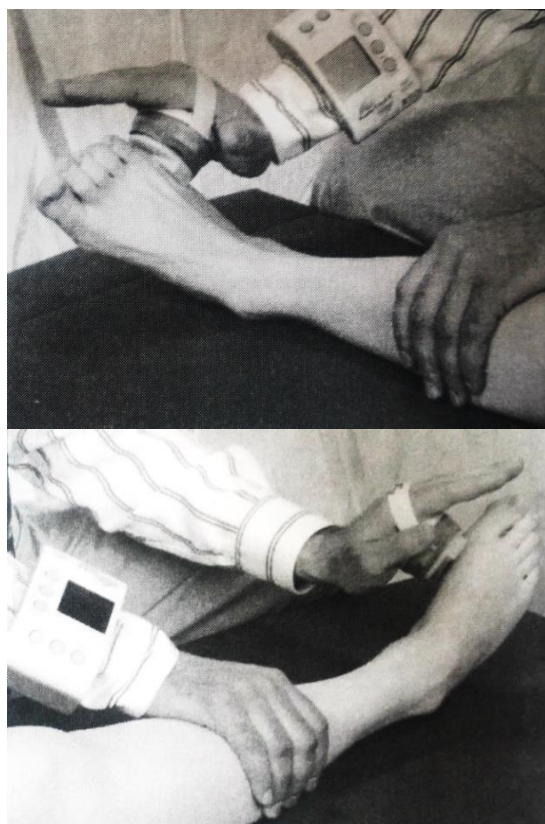
قدرت عضلات مچ پا شامل: دورسی فلکسورها، پلانتر فلکسورها، اینورتورها و اورتورها با استفاده از دستگاه دینامتر دیجیتال جی تک (ساخت کشور آمریکا) به صورت ایزومتریک و برحسب نیوتن، طبق دستورالعمل دستگاه اندازه‌گیری گردید (اعتبار و تکرارپذیری این روش به اثبات رسیده است) (۳۰). لازم به ذکر است که به منظور جلوگیری از اسپاسم و گرفتگی عضلات حین ارزیابی قدرت، پیش از شروع این مرحله از پژوهش، حرکات کششی عمومی با تأکید بر عضلات مذکور به آزمودنی‌ها آموزش داده شد و هر آزمودنی به مدت پنج دقیقه به گرم کردن پرداخت.

**دورسی فلکسورها:** جهت انجام این مرحله از آزمون، آزمودنی روی تخت معاینه نشسته و پاهای خود را (از مفصل زانو) از لبه میز آویزان می‌کند. سپس، آزمونگر با یک دست خود بخش دیستال ساق پای آزمودنی را می‌گرفت و ضمن منحصركردن حرکت به مفصل مچ پا، از ایجاد حرکات اضافی و تغییر وضعیت جلوگیری می‌نمود. در ادامه، از آزمودنی خواسته شد مچ پای خود را به وضعیت دورسی فلکشن برده و با حداکثر قدرت در این وضعیت نگه دارد. سپس، آزمونگر نیروگردان دستگاه را که در دست دیگر وی قرار داشت، روی بخش انتهایی روی پا قرار داده و با اعمال نیرو، دورسی فلکشن مچ پای آزمودنی را می‌شکست<sup>۱</sup>. قابل توجه است که با انجام این کار، حداکثر نیروی ایزومتریک آزمودنی برحسب نیوتن در دستگاه ثبت گردید.

**پلانتار فلکسورها:** قدرت پلانتار فلکسورهای مچ پا در وضعیت طاق باز و درحالی که پاشنه و مچ پای آزمودنی از تخت بیرون بود، اندازه‌گیری گردید. در این قسمت، آزمونگر با یک دست خود، بخش دیستال ساق پای آزمودنی را می‌گرفت و ضمن منحصركردن حرکت به مفصل مچ پا، از ایجاد حرکات اضافی و تغییر وضعیت جلوگیری می‌نمود. سپس، از آزمودنی می‌خواست مچ پای خود را به وضعیت پلانتار فلکشن برده و با حداکثر قدرت در این وضعیت نگه دارد. ذکر این نکته ضرورت دارد که آزمونگر، نیروگردان دستگاه را روی بخش دیستال سطح کف پایی در انتهای استخوان‌های کف پایی قرار داده و با اعمال نیرو، پلانتار فلکشن مچ پای آزمودنی را می‌شکست.

**اینورتورها و اورتورها:** در این مرحله از پژوهش، قدرت اینورتورها و اورتورها در وضعیت نشسته با پاهای کشیده روی تخت اندازه‌گیری گردید. جهت انجام این کار، آزمونگر با یک دست خود بخش انتهایی ساق پای آزمودنی را گرفته و ضمن منحصركردن حرکت به مفصل مچ پا، از ایجاد حرکات اضافی و تغییر وضعیت جلوگیری می‌نمود. در ادامه و به منظور اندازه‌گیری قدرت ایزومتریک اینورتورها، از آزمودنی خواسته شد مچ پای خود را به وضعیت اینورژن برده و با حداکثر قدرت در این وضعیت نگه دارد. سپس، آزمونگر نیروگردان دستگاه را در بخش انتهایی لبه داخلی پای آزمودنی قرار داده و با اعمال نیرو، اینورژن مچ پای آزمودنی را می‌شکست. همچنین، جهت اندازه‌گیری قدرت ایزومتریک اورتورها از آزمودنی خواسته شد مچ پای خود را به وضعیت اورژن برده و با حداکثر قدرت در این وضعیت نگه دارد. سپس، آزمونگر نیروگردان دستگاه را در بخش انتهایی لبه خارجی پای آزمودنی قرار داده و با اعمال نیرو، اورژن مچ پای آزمودنی را می‌شکست (۳۱) (شکل شماره دو). شایان ذکر است که ترتیب اندازه‌گیری‌ها درمورد تمامی افراد یکسان بود؛ به طوری که ابتدا، قدرت عضلات دورسی فلکسور، اینورتور و اورتور در وضعیت نشسته ارزیابی شد و سپس، قدرت عضلات پلانتار فلکسور در وضعیت طاق باز اندازه‌گیری گردید (برای این که افراد کمتر

جابه‌جا شده و خسته شوند). همچنین، برای آشنایی و آمادگی فرد جهت ایجاد حداکثر انقباض ایزومتریک ارادی در وضعیت موردنظر، دو انقباض به‌صورت آزمایشی توسط آزمودنی انجام گرفت و پس از یک دقیقه استراحت، آزمون اصلی اجرا گردید. لازم‌به‌ذکر است که اندازه‌گیری در هر دو سمت برتر و غیربرتر انجام شد و آزمودنی‌ها، هر وضعیت را سه مرتبه با یک دقیقه استراحت بین هرکدام از آن‌ها انجام می‌دادند و میانگین نمرات کسب‌شده به‌عنوان رکورد آن‌ها ثبت می‌گردید (۳۲). ذکر این نکته ضرورت دارد که جهت نرمال‌سازی داده‌ها، میزان قدرت ایزومتریک عضلات بر وزن افراد تقسیم گشت تا امکان مقایسه صحیح بین افراد فراهم آید (۲،۳۳).



شکل ۲- اندازه‌گیری میزان قدرت ایزومتریک اورتورها (راست) و اینورتورها (چپ) با استفاده از دستگاه دینامتر دیجیتال

علاوه‌براین، جهت خلاصه‌سازی و مرتب‌نمودن داده‌ها از آمار توصیفی در قالب آماره‌های میانگین و انحراف استاندارد استفاده شد و برای بررسی توزیع طبیعی داده‌ها و یکسانی واریانس‌ها، آزمون‌های



کولموگروف - اسمیرنوف<sup>۱</sup> و لوین<sup>۲</sup> مورد استفاده قرار گرفت. همچنین، با توجه به نرمال بودن داده‌ها و یکسانی واریانس‌ها، روش‌های پارامتریک آزمون تی وابسته<sup>۳</sup> (جهت مقایسه تفاوت میانگین‌های پای برتر و غیر برتر)، تحلیل واریانس یک‌سویه<sup>۴</sup> و آزمون تعقیبی توکی<sup>۵</sup> (جهت تجزیه و تحلیل داده‌های سه گروه دارای کف پای صاف، گود و طبیعی) به کار رفت. شایان ذکر است که کلیه عملیات آماری در بسته نرم‌افزاری اس. پی. اس. اس نسخه ۲۲ انجام گرفت و سطح معناداری در کلیه تحلیل‌ها ( $P < 0/05$ ) در نظر گرفته شد.

## نتایج

در جدول شماره یک، مشخصات جمعیت‌شناختی و قوس کف پای آزمودنی‌ها ارائه شده است. قابل ذکر است که ویژگی‌های جمعیت‌شناختی سه گروه توسط آزمون تحلیل واریانس یک‌سویه مقایسه شد. با توجه به این که هیچ تفاوت معناداری بین گروه‌ها وجود نداشت، می‌توان آن‌ها را از حیث جمعیت‌شناختی، همگن در نظر گرفت.

جدول ۱- مشخصات جمعیت‌شناختی آزمودنی‌ها

F	P	کف پای طبیعی	کف پای گود	کف پای صاف	عوامل
۰/۲۲	۰/۸۰	۱۱/۲۰ ± ۰/۹۱	۱۱/۲۸ ± ۰/۹۲	۱۱/۴۳ ± ۰/۸۸	سن (سال)
۲/۷۰	۰/۰۷	۱۴۴/۰۸ ± ۶/۳۸	± ۴/۹۴	± ۷/۶۰	قد (سانتی‌متر)
۲/۷۷	۰/۰۷	۴۱/۳۰ ± ۸/۸۳	۳۹/۱۳ ± ۸/۲۸	۴۳/۲۷ ± ۷/۲۳	وزن (کیلوگرم)
۰/۸۸	۰/۴۲	۱۹/۷۷ ± ۳/۱۶	۱۹/۲۵ ± ۲/۵۴	۲۰/۱۰ ± ۲/۴۸	شاخص توده بدنی (کیلوگرم بر متر مربع)
-	-	۱/۰۱ ± ۰/۱۴	۰/۳۵ ± ۰/۱۱	۰/۵۶ ± ۰/۰۶	قوس کف پا (SI)

\* معناداری در سطح ( $P < 0/05$ )

اطلاعات توصیفی مربوط به میزان قدرت ایزومتریک نرمال‌شده گروه عضلات احاطه‌کننده مچ پای آزمودنی‌ها در سه گروه کف پای صاف، گود و طبیعی در دو پای برتر و غیربرتر و نیز نتایج آزمون تی وابسته برای مقایسه میزان قدرت ایزومتریک گروه عضلات مچ پای برتر و غیربرتر در جدول

1. Kolmogorov-Smirnov Test
2. Levene's Test
3. Dependent t-Test
4. One Way ANOVA
5. Tukey Test (HSD)
6. SPSS 22

شماره دو نشان داده شده است. همان گونه که مشاهده می شود، میانگین قدرت در سمت برتر، بیش از سمت غیربرتر می باشد، اما این تفاوت به لحاظ آماری معنادار نمی باشد ( $P > 0/05$ ).

جدول ۲- میانگین و انحراف استاندارد قدرت ایزومتریک نرمال شده با وزن بدن و نتایج آزمون تی وابسته

P	t	انحراف استاندارد $\pm$ میانگین*		نوع پا	گروه عضلات
		پای غیربرتر	پای برتر		
۰/۶۱	۰/۵۱	۱/۱۷ $\pm$ ۰/۳۲	۱/۲۰ $\pm$ ۰/۲۶	صاف	دورسی فلکسور
۰/۲۴	۱/۱۶	۱/۲۹ $\pm$ ۰/۱۳	۱/۳۶ $\pm$ ۰/۲۰	گود	
۰/۳۰	۱/۰۵	۱/۲۶ $\pm$ ۰/۲۳	۱/۳۳ $\pm$ ۰/۲۷	طبیعی	
۰/۵۹	۰/۵۴	۱/۵۴ $\pm$ ۰/۳۷	۱/۵۸ $\pm$ ۰/۴۰	صاف	پلانتار فلکسور
۰/۱۷	۱/۴۰	۱/۶۹ $\pm$ ۰/۲۲	۱/۷۶ $\pm$ ۰/۲۳	گود	
۰/۶۳	۰/۴۸	۱/۶۶ $\pm$ ۰/۲۸	۱/۶۸ $\pm$ ۰/۳۱	طبیعی	
۰/۳۱	۱/۰۲	۱/۱۱ $\pm$ ۰/۲۵	۱/۱۸ $\pm$ ۰/۳۰	صاف	اینورتور
۰/۰۷	۱/۷۹	۱/۲۶ $\pm$ ۰/۱۸	۱/۳۸ $\pm$ ۰/۲۶	گود	
۰/۰۶	۱/۹۱	۱/۲۴ $\pm$ ۰/۱۷	۱/۳۵ $\pm$ ۰/۲۹	طبیعی	
۰/۶۶	۰/۴۴	۱/۰۶ $\pm$ ۰/۱۹	۱/۰۹ $\pm$ ۰/۲۵	صاف	اورتور
۰/۰۹	۱/۷۰	۱/۱۶ $\pm$ ۰/۱۲	۱/۲۱ $\pm$ ۰/۱۵	گود	
۰/۱۰	۱/۶۹	۱/۱۱ $\pm$ ۰/۲۰	۱/۱۸ $\pm$ ۰/۲۰	طبیعی	
۰/۸۰	۰/۲۴	۰/۷۴ $\pm$ ۰/۰۶	۰/۷۵ $\pm$ ۰/۰۸	صاف	دورسی فلکسور / پلانتار فلکسور
۰/۸۰	۰/۲۶	۰/۷۸ $\pm$ ۰/۰۸	۰/۷۹ $\pm$ ۰/۰۷	گود	
۰/۵۳	۰/۶۴	۰/۷۶ $\pm$ ۰/۰۷	۰/۷۸ $\pm$ ۰/۰۸	طبیعی	
۰/۸۰	۰/۲۵	۰/۹۸ $\pm$ ۰/۱۵	۰/۹۷ $\pm$ ۰/۰۸	صاف	اورتور / اینورتور
۰/۸۵	۰/۱۹	۰/۸۸ $\pm$ ۰/۱۱	۰/۸۹ $\pm$ ۰/۱۳	گود	
۰/۶۳	۰/۴۸	۰/۹۳ $\pm$ ۰/۰۷	۰/۹۲ $\pm$ ۰/۰۹	طبیعی	

\* نیوتن / کیلوگرم

نتایج تحلیل واریانس یک سویه مربوط به ارزیابی تفاوت بین سه گروه کف پای صاف، گود و طبیعی در میزان قدرت ایزومتریک گروه عضلات احاطه کننده مچ پا در جدول شماره سه ارائه گردیده است. یافته ها نشان می دهد که در قدرت ایزومتریک گروه عضلات دورسی فلکسور، اینورتور و همچنین،

نسبت قدرت اورتورها به اینورتورها در هر دو پای برتر و غیربرتر، تفاوت معناداری بین گروه‌ها وجود دارد ( $P < 0.05$ ).

جدول ۳- نتایج آزمون تحلیل واریانس یک‌سویه به‌منظور نشان‌دادن تفاوت‌های گروهی

شاخص	منابع	مجموع مجزورات	درجه آزادی	میانگین مجزورات	F	P
دورسی فلکسور	بین گروه‌ها	۰/۴۱۱	۲	۰/۲۰۵	۳/۴۳۷	۰/۰۳۷*
	درون گروه‌ها	۵/۲۰۲	۸۷	۰/۰۶		
	مجموع	۵/۶۱۳	۸۹			
پلاتتار فلکسور	بین گروه‌ها	۰/۵۳۴	۲	۰/۲۶۷	۲/۶۸۱	۰/۰۷۴
	درون گروه‌ها	۸/۶۶۳	۸۷	۰/۱۰۰		
	مجموع	۹/۱۹۷	۸۹			
اینورتور	بین گروه‌ها	۰/۷۰۹	۲	۰/۳۵۴	۴/۴۸۴	۰/۰۱۴*
	درون گروه‌ها	۶/۸۳۷	۸۷	۰/۰۷۹		
	مجموع	۷/۵۸۲	۸۹			
اورتور	بین گروه‌ها	۰/۲۳۶	۲	۰/۱۱۸	۲/۷۷۰	۰/۰۶۸
	درون گروه‌ها	۳/۷۰۳	۸۷	۰/۰۴۳		
	مجموع	۳/۹۳۹	۸۹			
دورسی فلکسور / پلاتتار فلکسور	بین گروه‌ها	۳۰۲/۷۵۷	۲	۱۵۱/۳۷۹	۱/۹۳۰	۰/۱۵۱
	درون گروه‌ها	۶۸۲۴/۴۹۸	۸۷	۷۸/۴۴۳		
	مجموع	۷۱۲۷/۲۵۵	۸۹			
اورتور / اینورتور	بین گروه‌ها	۹۳۵/۶۴۸	۲	۴۶۷/۸۲۴	۳/۹۳۷	۰/۰۲۳*
	درون گروه‌ها	۱۰۳۳۷/۸۹۸	۸۷	۱۱۸/۸۲۶		
	مجموع	۱۱۲۷۳/۵۴۶	۸۹			
دورسی فلکسور	بین گروه‌ها	۰/۳۲۱	۲	۰/۱۶۰	۳/۰۷۷	۰/۰۵*
	درون گروه‌ها	۴/۵۳۲	۸۷	۰/۰۵۲		
	مجموع	۴/۸۵۲	۸۹			
پلاتتار فلکسور	بین گروه‌ها	۰/۴۰۷	۲	۰/۲۰۳	۲/۲۶۲	۰/۱۱
	درون گروه‌ها	۷/۸۲۴	۸۷	۰/۰۹		
	مجموع	۸/۲۳۱	۸۹			
اینورتور	بین گروه‌ها	۰/۴۲۰	۲	۰/۲۱۰	۴/۸۶۰	۰/۰۱۱*
	درون گروه‌ها	۳/۷۵۶	۸۷	۰/۰۴۳		
	مجموع	۴/۱۷۵	۸۹			

۰/۰۸۵	۲/۵۳۲	۰/۰۶	۲	۰/۱۲۱	بین گروه‌ها	
		۰/۰۳	۸۷	۲/۰۷۶	درون گروه‌ها	اورتور
			۸۹	۲/۱۹۷	مجموع	
۰/۱۴۵	۱/۹۷۵	۱۳۳/۵۷۰	۲	۲۶۷/۱۴۰	بین گروه‌ها	دورسی فلکسور/ پلاتتار فلکسور
		۶۷/۶۲۰	۸۷	۵۸۸۲/۹۶۶	درون گروه‌ها	
			۸۹	۶۱۵۰/۱۰۶	مجموع	
۰/۰۱۸*	۴/۱۸۴	۶۳۶/۱۶۵	۲	۱۲۷۲/۳۳۰	بین گروه‌ها	اورتور/ اینورتور
		۱۵۲/۰۳۱	۸۷	۱۳۲۲۶/۷۱۰	درون گروه‌ها	
			۸۹	۱۴۴۹۹/۰۴۰	مجموع	

\* معناداری در سطح (P<۰/۰۵)

جدول ۴- نتایج آزمون تعقیبی توکی بین میانگین جفت گروه‌های مورد مطالعه

P	خطای استاندارد	میانگین اختلاف (I-J)	گروه (I)	گروه (J)	متغییر وابسته	
۰/۰۴۵*	۰/۰۶۳۱	-۰/۱۵۳	گود	صاف	دورسی فلکسور	تغییر در تور
۰/۱۰۲	۰/۰۶۳۱	-۰/۱۳۰	طبیعی			
۰/۰۴۵*	۰/۰۶۳۱	-۰/۱۵۳	صاف	گود		
۰/۰۹۳۱	۰/۰۶۳۱	۰/۰۲۲۷	طبیعی			
۰/۱۰۲	۰/۰۶۳۱	۰/۱۳۰	صاف	طبیعی	اینورتور	
۰/۰۹۳۱	۰/۰۶۳۱	-۰/۰۲۲۷	گود			
۰/۰۱۹*	۰/۰۷۲۶	-۰/۲	گود	صاف		
۰/۰۴۹*	۰/۰۷۲۶	-۰/۱۷۴	طبیعی			
۰/۰۱۹*	۰/۰۷۲۶	-۰/۲	صاف	گود	اینورتور	
۰/۸۳۰	۰/۰۷۲۶	۰/۰۲۶	طبیعی			
۰/۰۴۹*	۰/۰۷۲۶	۰/۱۷۴	صاف	طبیعی		
۰/۸۳۰	۰/۰۷۲۶	-۰/۰۲۶	گود			
۰/۰۲۱*	۲/۸۱۴۵۶	۷/۷۶۸	گود	صاف	اورتور/ اینورتور	تغییر در تور
۰/۱۶۹	۲/۸۱۴۵۶	۵/۱۱۹۳۳	طبیعی			
۰/۰۲۱*	۲/۸۱۴۵۶	-۷/۷۶۸	صاف	گود		
۰/۶۱۶	۲/۸۱۴۵۶	-۲/۶۴۸۶۷	طبیعی			
۰/۱۶۹	۲/۸۱۴۵۶	-۵/۱۱۹۳۳	صاف	طبیعی	دورسی فلکسور	
۰/۶۱۶	۲/۸۱۴۵۶	۲/۶۴۸۶۷	گود			
۰/۰۴۶*	۰/۰۵۹	-۰/۱۴۲	گود	صاف		
۰/۲۱۲	۰/۰۵۹	-۰/۱	طبیعی			
۰/۰۴۶*	۰/۰۵۹	۰/۱۴۲	صاف	گود	دورسی فلکسور	
۰/۷۵۳	۰/۰۵۹	۰/۰۴۲	طبیعی			
۰/۲۱۲	۰/۰۵۹	۰/۱	صاف	طبیعی		
۰/۷۵۳	۰/۰۵۹	-۰/۰۴۲	گود			
۰/۰۱۴*	۰/۰۵۳۶۵	-۰/۱۵۴۳۳	گود	صاف	اینورتور	
۰/۰۴۰*	۰/۰۵۳۶۵	-۰/۱۳۳	طبیعی			
۰/۰۱۴*	۰/۰۵۳۶۵	۰/۱۵۴۳۳	صاف	گود		

۰/۹۱۷	۰/۰۵۳۶۵	۰/۰۲۱۳۳	طبیعی		
۰/۰۴۰*	۰/۰۵۳۶۵	۰/۱۳۳	صاف	طبیعی	
۰/۹۱۷	۰/۰۵۳۶۵	-۰/۰۲۱۳۳	گود		
۰/۰۱۳*	۳/۱۸۳۶۲	۹/۲۰۶	گود	صاف	
۰/۲۸۷	۳/۱۸۳۶۲	۴/۸۳۴۶۷	طبیعی		
۰/۰۱۳*	۳/۱۸۳۶۲	-۹/۲۰۶	صاف	گود	اورتور / اینورتور
۰/۳۵۹	۳/۱۸۳۶۲	-۴/۳۷۱۳۳	طبیعی		
۰/۲۸۷	۳/۱۸۳۶۲	-۴/۸۳۴۶۷	صاف		
۰/۳۵۹	۳/۱۸۳۶۲	۴/۳۷۱۳۳	گود	طبیعی	

\* معناداری در سطح ( $P < 0.05$ )

نتایج آزمون تعقیبی توکی جهت تعیین معناداری تفاوت بین میانگین جفت گروه‌های مورد مطالعه در جدول شماره چهار آمده است. یافته‌ها نشان می‌دهد که در میزان قدرت ایزومتریک عضلات دورسی فلکسور و نسبت قدرت ایزومتریک اورتورها به اینورتورها، بین گروه‌های کف پای صاف و گود در هر دو پای برتر و غیربرتر تفاوت معناداری وجود دارد ( $P < 0.05$ ). همچنین، در میزان قدرت ایزومتریک عضلات اینورتور مچ پا، بین گروه‌های کف پای صاف و گود و نیز بین گروه‌های کف پای صاف و طبیعی در هر دو پای برتر و غیربرتر تفاوت معناداری مشاهده می‌شود ( $P < 0.05$ ).

### بحث و نتیجه‌گیری

قدرت ایزومتریک عضلات در بسیاری از پژوهش‌ها مورد مطالعه قرار گرفته و نتایج زیادی در مورد آن گزارش شده است و از آن به‌عنوان یک شاخص معتبر جهت ارزیابی عملکرد عضلانی استفاده می‌شود (۳۴). در این راستا، پژوهش حاضر به مقایسه قدرت ایزومتریک گروه عضلات مچ پا و نسبت قدرت عضلات اورتور به اینورتور و دورسی فلکسور به پلانتر فلکسور در پای برتر و غیربرتر افراد دارای کف پای صاف، گود و طبیعی پرداخت. نتایج نشان داد که با وجود تفاوت میان میانگین قدرت ایزومتریک گروه عضلات احاطه‌کننده مچ پا در پای برتر و غیربرتر، این تفاوت به‌لحاظ آماری معنادار نمی‌باشد. از دیگر نتایج به‌دست‌آمده، وجود تفاوت معنادار در قدرت ایزومتریک گروه عضلات دورسی فلکسور و نسبت قدرت ایزومتریک اورتورها به اینورتورها بین گروه‌های کف پای صاف و گود در هر دو پای برتر و غیربرتر بود. همچنین، در میزان قدرت ایزومتریک عضلات اینورتور مچ پا بین گروه‌های کف پای صاف و گود و نیز کف پای صاف و طبیعی در هر دو پای برتر و غیربرتر تفاوت معناداری مشاهده شد.

در این ارتباط، نفرزاده و همکاران در پژوهشی نشان دادند که نسبت قدرت عضلات اورتور به اینورتور در پای برتر و غیربرتر در مردان سالم غیرورزشکار، تفاوتی نداشت (۳۵). آیداگ و همکاران نیز در بررسی رابطه بین شاخص قوس کف پا و قدرت عضلات مچ پا در ژیمناست‌های نخبه نشان دادند که

بین قدرت عضلات اورتور مچ پا و شاخص قوس کف پا، همبستگی وجود دارد (۲۳) که با نتایج پژوهش حاضر همخوان می‌باشد. همچنین، پاول<sup>۱</sup> و همکاران با مطالعه رابطه بین قدرت انفجاری اندام تحتانی و قوس طولی داخلی کف پا نشان دادند که بین قدرت انفجاری اندام تحتانی و میزان قوس طولی داخلی کف پا، رابطه معناداری وجود ندارد (۲۴) که با نتایج پژوهش حاضر مغایر بوده و ممکن است علت آن تفاوت در نوع متغیر اندازه‌گیری شده (قدرت ایزومتریک در برابر قدرت انفجاری)، روش اندازه‌گیری (دینامومتر دیجیتال در برابر پرش طول و ارتفاع) و عضلات مورد بررسی (عضلات احاطه‌کننده مچ پا در برابر عضلات اندام تحتانی) باشد.

علاوه‌براین، یافته‌های پژوهش حاضر نشان‌دهنده ضعف در گروه عضلات دورسی فلکسور مچ پا در گروه کف پای صاف نسبت به گروه‌های کف پای گود و طبیعی بود. به عبارت دیگر، میانگین قدرت ایزومتریک دورسی فلکسورها در افراد دارای کف پای صاف، به شکل معناداری کمتر از افراد دارای کف پای گود بود. همچنین، تفاوت قابل توجهی میان گروه کف پای صاف و طبیعی در این متغیر مشاهده شد که به لحاظ آماری معنادار نبود. عضلات ساقی قدامی<sup>۲</sup> و بازکننده دراز شست<sup>۳</sup>، از جمله عضلات دورسی فلکسور مچ پا هستند که در حفظ قوس طولی داخلی، کنترل و جلوگیری از ایجاد پرونیشن بیش از حد در مچ پا و مفصل تحت قاپی نقش دارند و احتمالاً ضعف در این عضلات با ایجاد پرونیشن بیش از حد در مفصل تحت قاپی، کاهش قوس طولی داخلی و صافی کف پا همراه می‌باشد (۳۶).

همچنین، نتایج نشان داد که میانگین قدرت ایزومتریک اینورتورها در گروه کف پای صاف، به شکل معناداری کمتر از گروه‌های کف پای گود و طبیعی بوده و این عضلات در این افراد دچار ضعف می‌باشند. مطالعات نشان داده‌اند که حفظ مناسب قوس‌های کف پا، نیازمند فراهم آمدن ثبات ایستا توسط کپسول و لیگامنت‌های مفاصل پا و نیز ثبات پویا از طریق عضلات درون پای و برون پای مچ پا است (۲۰). علاوه‌براین، عضلات در حفظ قوس طولی داخلی کف پا اهمیت به‌سزایی دارند و ناهنجاری کف پای صاف منعطف، اغلب در اثر ضعف در عضلات درون پای و برون پای مچ پا ایجاد می‌شود (۳۷). کف پای صاف، وضعیتی است که در آن قوس طولی داخلی کف پا، کاهش یافته و پرونیشن بیش از حد در پا ایجاد می‌شود (۳۸). سوپینیشن مچ پا نیز از مجموع حرکات اینورشن، آداکشن و پلاننار فلکشن حاصل می‌گردد (۳۹). این احتمال وجود دارد که ضعف در گروه عضلات اینورتور مچ پا که در افراد دارای کف پای صاف منعطف مشاهده می‌شود، انجام سوپینیشن یا کنترل و جلوگیری از پرونیشن پا هنگام تحمل وزن را مختل می‌کند، باعث عدم ثبات دینامیک مچ پا

- 
1. Pawel
  2. Tibialis Anterior
  3. Extensor Hallucis Longus

می‌گردد و با ایجاد وضعیت پرونیشن بیش از حد در مفصل تحت قاپی، قوس کف پا را کاهش داده و منجر به صاف شدن آن می‌شود. مهم‌ترین و مؤثرترین عضلات در حفظ قوس طولی داخلی کف پا، عضلاتی هستند که در قسمت زیرین این قوس قرار دارند؛ از جمله عضله خم‌کننده دراز انگشتان<sup>۱</sup> و به‌ویژه عضله خم‌کننده دراز شست<sup>۲</sup> (به دلیل این که طویل‌ترین عضله عمقی ساق پا است) و عضلات درشت‌نی خلفی<sup>۳</sup> و قدامی<sup>۴</sup> که همگی نقش اینورتور را در مفصل مچ پا ایفا می‌کنند (۳۶) و این احتمال وجود دارد که ضعف در این عضلات، با صافی منعطف کف پا همراه باشد.

علاوه بر این، در پژوهش حاضر، نسبت قدرت ایزومتریک عضلات اورتور به اینورتور در گروه کف پای صاف، به شکل معناداری بیشتر از گروه کف پای گود بود. با توجه به عدم وجود تفاوت معنادار در قدرت اورتورها بین گروه کف پای گود و صاف، این تفاوت در نسبت قدرت اورتورها به اینورتورها را می‌توان بیشتر به ضعف اینورتورها در گروه کف پای صاف نسبت داد؛ بنابراین، احتمالاً عدم تعادل عضلانی همراه با ناهنجاری کف پای صاف منعطف، بیش از آن که در اثر کوتاهی و قدرت گروه عضلات اورتور ایجاد شده باشد، ناشی از ضعف گروه عضلات اینورتور است. همچنین، فعالیت هم‌زمان عضلات موافق و مخالف اطراف یک مفصل، در حفظ ثبات و سلامتی مفصل مهم می‌باشد. نسبت حداکثر قدرت عضلات موافق و مخالف می‌تواند نشان‌دهنده وجود یا عدم وجود تعادل عضلانی اطراف یک مفصل باشد. از دلایل عمده ایجاد ناهنجاری‌های وضعیتی، عدم تعادل مناسب و تناسب صحیح عضلانی در اطراف مفاصل است (۴۰). در این ارتباط باید گفت که اگر بین عضلات موافق و مخالف در دو طرف یک مفصل، به لحاظ قدرت، هماهنگی نسبی وجود نداشته باشد، به مرور زمان زمینه ایجاد ناهنجاری وضعیتی و آسیب‌دیدگی فراهم خواهد گشت (۷). به نظر می‌رسد این عدم تعادل و نسبت قدرت ایزومتریک عضلات اورتور به اینورتور، گشتاورهای ایجاد شده در اطراف مفاصل مچ و کف پا را تغییر داده و زمینه را برای ایجاد ناهنجاری وضعیتی کف پای صاف فراهم می‌کند. در این راستا، نظری و همکاران در ارزیابی عدم تعادل قدرت عضلات اطراف مفاصل مچ پا، زانو و لگن در پیش‌گویی آسیب‌های عضلانی اندام تحتانی ورزشکاران نخبه جوان دریافتند که عدم تعادل قدرت عضلانی در عضلات قرینه و عضلات مخالف درگیر در مفاصل مچ پا، زانو و لگن، از ریسک‌فاکتورهای مهم پیشگو در بروز آسیب‌های عضلانی ورزشکاران باشگاهی جوان است (۷). بورن<sup>۵</sup> و همکاران نیز با کمی‌سازی قدرت و تعادل عضلانی در افراد دارای کف پای گود با ریشه

- 
1. Flexor Digitorum Longus
  2. Flexor Halluces Longus
  3. Tibialis Posterior
  4. Tibialis Anterior
  5. Burns

عصبی و مقایسه آن با افراد سالم دریافتند که نسبت قدرت اینورشن به اورشن در افراد دارای کف پای گود، به شکل معناداری بالاتر از افراد با کف پای طبیعی می‌باشد (۱۸) (می‌توان نتایج این پژوهش را با یافته‌های پژوهش حاضر هم‌سو دانست).

علاوه بر این، یافته‌های پژوهش حاضر نشان‌دهنده ضعف در قدرت ایزومتریک عضلات اینورتور، دورسی فلکسور و نیز نسبت قدرت ایزومتریک عضلات اوتور به اینورتور در گروه کف پای صاف منعطف در مقایسه با گروه‌های کف پای گود و طبیعی بود؛ از این رو، توصیه می‌شود که در اصلاح ناهنجاری کف پای صاف منعطف، بر تقویت اینورتورها و دورسی فلکسورها تأکید شود. شایان ذکر است که در این پژوهش، تفاوت معناداری در قدرت ایزومتریک عضلات احاطه‌کننده مچ پا بین گروه کف پای گود و طبیعی وجود نداشت؛ بنابراین، به نظر می‌رسد عضلات برون‌پایی پا، نقش چندانی در اصلاح ناهنجاری کف پای گود ندارند.

از نتایج پژوهش حاضر این‌گونه برداشت می‌شود که برخلاف ناهنجاری کف پای صاف منعطف، قدرت عضلات برون‌پایی پا، نقش کمتری در ایجاد ناهنجاری کف پای گود دارد؛ به شکلی که در قدرت ایزومتریک عضلات احاطه‌کننده مچ پا، تفاوت معناداری میان گروه‌های کف پای گود و کف پای طبیعی مشاهده نگردید. در موارد تفاوت میان گروه‌های کف پای صاف و گود نیز با مقایسه میانگین قدرت و سطوح معناداری در سه گروه مشخص می‌شود که اختلاف قدرت ایزومتریک در گروه کف پای صاف، بیشترین نقش را در معناداری تفاوت دارد. شایان ذکر است که محدودیت‌هایی در راه انجام پژوهش حاضر وجود داشت که از آن جمله می‌توان به اندازه‌گیری قوس کف پا در وضعیت ایستا و تنها در پسران ۱۰ تا ۱۳ ساله اشاره کرد. امید است در آینده، پژوهش‌هایی با حضور هر دو جنس، گستره سنی بیشتر و استفاده از روش‌های اندازه‌گیری قوس کف پا به شکل دینامیک انجام شود.

پیش از این تنها مشخص شده بود که قدرت عضلات احاطه‌کننده مچ پا، در حفظ قوس طولی داخلی کف پا ایفای نقش می‌کند، اما به طور دقیق مشخص نبود که این عضلات در انواع مختلف کف پا (شامل: گود، طبیعی و صاف منعطف)، دارای چه میزان و نسبت قدرتی هستند (میزان قدرت گروه‌های عضلانی و همچنین، نسبت قدرت این عضلات در انواع مختلف کف پا چگونه است). نتایج حاصل از این پژوهش، میزان و نسبت قدرت ایزومتریک عضلات احاطه‌کننده مچ پا و تفاوت آن در انواع کف پا را مشخص نمود که می‌توان از این نتایج در اصلاح این ناهنجاری‌ها بهره برد.

## تشکر و قدردانی

بدین وسیله از همکاری کلیه افراد شرکت‌کننده در این پژوهش، صمیمانه تشکر می‌نمایم.



**منابع**

1. Daneshmandi H, Afsharnezhad T, Hosseini S. The effect of unilateral resistance training and detraining on neural adaptations of contralateral untrained limb. *Olympic*. 2006; 14(3): 47- 60. (In Persian).
2. Javdaneh N, Mozafaripour E, Javdaneh N, Pourmahmodyan P. Isometric strength of lower extremity muscles in athletes with hyperpronated foot. *Physical Treatments*. 2014; 4(2): 32-7.
3. Rajabi R, Samadi H. Corrective exercise laboratory guideline. 1<sup>st</sup> ed. Tehran: Tehran University Publication Institute; 2008. P. 144-5. (In Persian).
4. Kashef M, Shalchi F. Measurement and evaluation in physical education. 1<sup>st</sup> ed. Tehran: Faratahlil Publication; 2005. P. 68-102. (In Persian).
5. O'Sullivan K, O'Ceallaigh B, O'Connell K, Shafat A. The relationship between previous hamstring injury and the concentric isokinetic knee muscle strength of Irish Gaelic footballers. *BMC Musculoskeletal Disorders*. 2008; 9(1): 1-8.
6. Olsen OE, Myklebust G, Engebretsen L, Holme I, Bahr R. Exercises to prevent lower limb injuries in youth sports: cluster randomised controlled trial. *BMJ*. 2005; 330 (7489):330-449.
7. Nazari M H, Jamashidi A, Peeri M, Sadeghi R, Mahmudi F. Assessment of muscle strength imbalance of ankle, knee and hip joints as one of important biomechanical factors in predicting of extremity lower sport injuries among elite young athletes. *Olympic*. 2013; 20(4): 99 -113. (In Persian).
8. Shoja A S, Sadeghi H, Torkamaani H. The effect of six weeks' strength training on eversion to inversion ratios in soccer players with chronic ankle instability. *J Mov Sci Sports*. 2008; 5(10): 39-47. (In Persian).
9. Arshadi R, Rajabi R, Alizadeh M H, Vakili J. Correlation between back extensor strength and spine flexibility with degree of kyphosis and lordosis. *Olympic*. 2009; 17(2): 127-36. (In Persian).
10. Abdoli B, Teymoori M, Zamani Sani SH, Zeraatkar M, Hovanloo F. Relationship between Plantar longitudinal arches and some selected motor parameters in children aging 11 to 14 years. *J Res Rehabil Sci*. 2011; 7(3): 381-90. (In Persian).
11. Jonkers I, Peeters K, Walraevens J, Van der Perre G, Dereymaeker G, Vander Sloten J. et al. Effect of external loading on in vitro measured muscle induced calcaneal and talar motion. *J Foot Ankle Res*. 2008; 1(1): 1-2.
12. Magee D J. Orthopedic physical assessment. 7<sup>th</sup> ed. United States of America. Elsevier Health Sciences; 2014. P. 844-8.
13. Daneshmandi H, Alizade M H, Gharakhanlou R. Corrective exercises. 1st ed. Tehran: SAMT Publication; 2007. P. 111-12. (In Persian).
14. Sadeghi E, Azadinia F. Incidence of flat foot deformity among 7-14-year-old students in Isfahan. *J Med Council Iran*. 2011; 29(2): 142-9. (In Persian).

15. Alizade M H, Gheitasi M. Fundamental concepts of corrective excercises. 1st ed. Tehran: Sport Science Research Institute of Iran Publication; 2011. P. 70-1. (In Persian).
16. Letafatkar A, Zandi S, Khodaei M, Belali Voshmesara J, Mazidi M. Relationship between flat foot deformity, Q angle and knee pain. *J Res Rehabil Sci.* 2012; 1(1): 170-9. (In Persian).
17. Emami M J, Emami S, Hosseini M. Prevalence of flexible flat foot in male children. *J Med Res.* 2005; 3(4): 59-66. (In Persian).
18. Burns J, Redmond A, Ouvrier R, Crosbie J. Quantification of muscle strength and imbalance in neurogenic pes cavus, compared to health controls, using hand-held dynamometry. *Foot Ankle Int.* 2005; 26(7): 540-4.
19. Mann R A, Missirian J. Pathophysiology of Charcot-Marie-Tooth disease. *Clin Orthop Relat R.* 1988; 1(234): 221-8.
20. Sokhanguel Y, Afsharmand Z. Corrective exercise. 2nd ed. Tehran: Hatmi Publication; 2012. P. 365-83. (In Persian).
21. Allen R H, Gross M T. Toe flexors strength and passive extension range of motion of the first metatarsophalangeal joint in individuals with plantar fasciitis. *J Orthop Sport Phys.* 2003; 33(8): 468-78.
22. Letafatkar A, Daneshmandi H, Hadadnezhad M, Adolvahabi Z. Advanced corrective exercises from theory to application. 1st ed. Tehran: Avaye Zohor Publication; 2010. P. 210-40. (Persian).
23. Aydog S T, Özçakar L, Tetik O, Demirel H A, Hascelik Z, Doral M N. Relation between foot arch index and ankle strength in elite gymnasts: A preliminary study. *Brit J Sport Med.* 2005; 39(3): 1-3.
24. Lzis P, Posadzki P, Smith T. Relationship between explosive muscle strength and medial longitudinal arch of the foot. *Foot Ankle Int.* 2010; 31(9): 815-22.
25. Arastoe M., Zahednezhad S H, Arastoe A, Negahban H, Goharpay S H. Measurement of ground reaction forces during walking toward the front and rear of the students with flexible flat foot. *J Mod Rehabil Sch Med Sci.* 2012; 1(5): 1-7.
26. Gutiérrez-Vilahu L, Massó-Ortigosa N, Costa-Tutusaus L, Guerra-Balic M. Reliability and validity of the footprint assessment method using photoshop CS5 Software. *J Am Podiat Med Assn.* 2015; 105(3): 226-32.
27. Rajabi R, Samadi H. Corrective exercise laboratory. 2en ed. Tehran: University of Tehran Press; 2013. P. 237-8. (In Persian).
28. Onodera A N, Sacco I C, Morioka E H, Souza P S, de Sa M R, Amadio A C. What is the best method for child longitudinal plantar arch assessment and when does arch maturation occur? *Foot.* 2008; 18(3): 142-9.
29. Chang J S, Kwon Y H, Kim C S, Ahn SH, Park SH. Differences of ground reaction forces and kinematics of lower extremity according to landing height between flat and normal feet. *J Back Musculoskelet.* 2011; 25(1): 21-6.

30. Arnold CM, Warkentin KD, Chilibeck PD, Magnus CR. The reliability and validity of handheld dynamometry for the measurement of lower-extremity muscle strength in older adults. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2010 ;24(3):815-24.
31. Kendall, Florence Peterson, Elizabeth Kendall McCreary, Patricia Geise Provance, Mary McIntyre Rodgers, William Anthony Romani. *Muscles: Testing and function with posture and pain*; 5<sup>th</sup> ed. United States of America. Lippincott Williams & Wilkins. 2005 P. 36-7.
32. Darbani M, Torkaman G, Movassaghe S, Bayat N. Comparison of the hip, ankle and back extensor muscle strength and its correlation with functional balance in healthy and osteoporotic postmenopausal women. *Mod Rehabil*. 2015; 9(1): 40-52. (In Persian).
33. Robinson R L, Nee R J. Analysis of hip strength in females seeking physical therapy treatment for unilateral patellofemoral pain syndrome. *J Orthop Sport Phys*. 2007; 37(5): 232-8.
34. McGuigan M R, Winchester J B, Erickson T. The importance of isometric maximum strength in college wrestlers. *J Sports Sci Med*. 2006; 5(CSSI 1): 108-13.
35. Nafarzadeh P, Rajabi R, Seydi F. Comparison of eccentric and concentric strength ratio of evertors to invertor muscles in dominant and non-dominant limbs of non-athletic healthy subjects. *J Res Sport Rehabil*. 2014; 1(2): 11-7. (In Persian).
36. Cael C. *Functional anatomy: Musculoskeletal anatomy, kinesiology, and palpation for manual therapists*. 1<sup>th</sup> ed. United States of America. Lippincott Williams and Wilkins; 2011. P. 402-10.
37. Headlee D L, Leonard J L, Hart J M, Ingersoll C D, Hertel J. Fatigue of the plantar intrinsic foot muscles increases navicular drop. *J Electromyogr Kines*. 2008; 18(3): 420-5.
38. Sahrmann S. *Movement system impairment syndromes of the extremities, cervical and thoracic spines*. 1<sup>th</sup> ed. United States of America. Elsevier Health Sciences; 2010. P. 439-80.
39. Neumann D A. *Kinesiology of the musculoskeletal system: Foundations for rehabilitation*. St Louis, MO: Mosby. 2<sup>th</sup> ed. United States of America. Elsevier; 2010. P. 477-521.
40. Kaminski T W, Buckley B D, Powers M E, Hubbard T J, Ortiz C. Effect of strength and proprioception training on eversion to inversion strength ratios in subjects with unilateral functional ankle instability. *Brit J Sports Med*. 2003; 37(5): 410-5.

## استناد به مقاله

قادریان مهدی، قاسمی غلامعلی. مقایسه میزان و نسبت قدرت ایزومتریک عضلات مچ پا در افراد دارای کف پای صاف، گود و طبیعی. مطالعات طب ورزشی. پاییز و زمستان ۱۳۹۵؛ ۸(۲۰)، ۷۲-۵۳.

Ghaderiyan. M, Ghasemi. Gh. Comparison of the Amount and Ratio of Ankle Muscles Isometric Strength in Persons with Planus, Cavus and Normal Foot Types. Sport Medicine Studies. Fall 2016 & Winter 2017; 8 (20): 53-72. (Persian)

## Comparison of the Amount and Ratio of Ankle Muscles Isometric Strength in Persons with Planus, Cavus and Normal Foot Types

M. Ghaderiyan<sup>1</sup>, Gh. Ghasemi<sup>2</sup>

1. Ph.D. Student of Sport Injury & Corrective Excercises, University of Isfahan
2. Associate Professor of Sport Injury & Corrective Excercises, University of Isfahan \*

Received: 2016/04/22

Accepted: 2016/04/23

---

---

### Abstract

The purpose of this study was to compare the amount and ratio of ankle muscles isometric strength in persons with planus, cavus, and normal foot types. Male students (n=450) were assessed with podoscope, foot scanner and Staheli index, and 90 of them were selected and divided into planus, cavus and normal foot groups (n=30). To measure isometric strength, we used a digital dynamometer. Average isometric strength of invertors in planus group was less than that in cavus and normal foot groups. Compared with cavus group, mean isometric strength of dorsiflexors and the ratio of invertor muscles isometric strength to evertor muscles isometric strength in planus group were smaller and greater, respectively. The results were indicative of weakness in invertors, dorsiflexors, and the ratio of invertors to evertors in planus group. Therefore, it is recommended to flexible planus foot deformity correction emphasis on strengthening invertors and dorsiflexors.

**Keywords:** Muscle Strength, Ankle, Pes Planus, Pes Cavus

---

---

---

\* Corresponding Author

Email: gh.ghasemi@yahoo.com