

## مقایسه توزیع فشار کف‌پایی در پای برتر و غیر برتر زنان کاتاکا و کومیته‌کای عضو تیم ملی

### چکیده

الناز دیزجی<sup>۱</sup>، رغد معمار<sup>۱</sup>،  
حیدر صادقی<sup>۱</sup>

۱. گروه بیومکانیک ورزشی، دانشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران.

دریافت: ۱۳۹۴/۳/۲۶ پذیرش: ۱۳۹۴/۹/۲۵

**هدف:** هدف پژوهش حاضر مقایسه فشار کف‌پایی پای برتر و غیر برتر تر زنان کاتاکا و کومیته‌کای عضو تیم ملی بود.

**روش‌ها:** ۱۲ کومیته‌کا و ۸ کاتا‌کای عضو تیم ملی بانوان کاراته در این پژوهش شرکت کردند. فشار کف‌پایی با استفاده از پلت فورم Emed حین راه رفتن با پای برهنه اندازه‌گیری شد. پس از تقسیم کف پا به ۱۰ ناحیه اوج فشار، انتگرال فشار-زمان، نیروی بیشینه و انتگرال نیرو-زمان محاسبه شدند. از آزمون ویلکاکسون و یو-من-ویتنی در سطح معناداری ۰/۰۵ برای آنالیز داده‌ها استفاده شد.

**یافته‌ها:** در مقایسه دو گروه کاتا و کومیته، متغیرهای فشار کف‌پایی گروه کاتا در ناحیه متاتارسال دوم ( $p=0/05$ ) و متاتارسال‌های ۳، ۴، ۵ ( $p=0/04$ ) به‌طور معناداری کمتر از گروه کومیته بود. در مقایسه پای برتر و غیر برتر نیز، متغیرهای فشار کف‌پایی پای برتر در نواحی انگشت شست ( $p=0/04$ ) و انگشتان ۳، ۴، ۵ ( $p=0/04$ ) به‌طور معناداری بزرگ‌تر از پای غیر برتر و در ناحیه متاتارسال دوم ( $p=0/03$ ) کمتر از پای غیر برتر بود.

**نتیجه‌گیری:** نتایج حاضر ممکن است نشان‌دهنده ماهیت متفاوت دو سبک باشد که کومیته به سبب فشارهای مکانیکی، تأثیر بارزتری بر فشار کف‌پایی دارد و نیز ممکن است فشار کف‌پایی متأثر از استفاده بیشتر کاراته‌کاران از یکی از پاها به علت برتری پا باشد. از این رو، انجام مطالعات بیشتر و جامع‌تر برای پیشگیری از بروز سازگاری‌های ناشی از فعالیت ورزشی در سطح حرفه‌ای و درمان آن‌ها ضروری به نظر می‌رسد.

**کلید واژگان:** ورزش کاراته، کاتا، کومیته، پای برتر، فشار کف‌پایی

\* نویسنده مسئول: گروه بیومکانیک ورزشی، دانشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران.

تلفن: ۰۹۱۴۸۳۱۳۵۲۶

Email: dizajelnaz@yahoo.com

### مقدمه

نیز این رشته ورزشی علاقه‌مندان بسیاری داشته و همه روزه به تعداد آنان افزوده می‌گردد. تمرینات و مسابقات این رشته به دو صورت کاتا و کومیته انجام می‌گیرد (۲). در مسابقات کومیته ورزشکاران باید مقابل یکدیگر بایستند و در حالی که به‌طور مداوم در حال حرکت و جابه‌جایی (رقص پا) هستند، برای کسب امتیاز از ضربات دست و پا استفاده کنند؛ اما در مسابقات کاتا ورزشکار در جنگی خیالی حرکات از قبل تعیین شده و استاندارد را با تمام قدرت، سرعت، توان و

کلمه کاراته به معنی دست خالی (کارا یعنی خالی و ته به معنی دست) بیان‌کننده این واقعیت است که این ورزش دربردارنده لگدزدن، ضربه زدن و فنون سلدکردن بدون استفاده از اسلحه است (۱). این ورزش از چنان محبوبیتی برخوردار است که سالانه حدود ۲۰۰ هزار نفر در باشگاه‌های ورزشی در این رشته ثبت نام می‌کنند (۱). در کشور ما

نبودن از کفش پررنگ‌تر می‌باشد و به طبع آن نحوه توزیع فشار در کف پا اهمیت بالایی خواهد داشت. فشار کف پای فشاری است که پا هر روز در حرکات روزمره مانند ایستادن، راه رفتن و دویدن به سطح اتکای خود وارد می‌کند (۱۵). به‌طور خلاصه قابل ذکر است اطلاعات ناشی از فشار کف پای برای تشخیص مشکلات پا (۱۵)، طراحی کفی (۱۶)، آنالیز عملکرد ورزشی و پیشگیری از آسیب (۱۷)، تعیین و هدایت اختلالات گوناگون عضلات اسکلتی، پوستی و عصبی (۱۸) و بهبود کنترل تعادل (۱۹) مفید می‌باشند. هر گونه تغییر در الگوی فشار کف پای احتمال آسیب بافت‌ها و ایجاد درد را افزایش می‌دهد (۱۵). در همین راستا چندین محقق به بررسی برخی پارامترهای پای برتر و پای غیربرتر پرداخته‌اند. Farjad و همکاران با بررسی تقارن فشار کف پای حین راه رفتن افراد عادی، فشار و نیروی مربوط به پاشنه، انگشتان، انگشت شست و متاتارسال اول را در سمت برتر و فشار و نیروی مربوط به ناحیه خارج میدفوت (Midfoot)، ناحیه خارج فورفوت (Forefoot)، متاتارس اول و پاشنه رادر سمت غیربرتر دارای اهمیت ذکر کردند (۲۰). Wong و همکاران توزیع فشار کف پای بین پای برتر و غیربرتر را در چهار مهارت ورزش فوتبال با سیستم داخل کفش (Pedar) بررسی و مشاهده کردند که مقدار فشار در کف پای برتر و غیر برتر با هم تفاوت دارد که مقدار کلی فشار وارده بر پای برتر از پای غیر برتر بالاتر بود (۲۱). Vanzant و همکاران پخش فشار کف پای را در طی راه رفتن در پای چپ و راست افراد سالم مقایسه کردند و در اوج فشار در ناحیه فورفوت و نیروی بیشینه در ناحیه پاشنه کف پا به تفاوت معنادار رسیدند (۲۲). از طرف دیگر Probst و همکاران انعطاف‌پذیری مفصل ران پای برتر و غیربرتر کاراته‌کاران را مقایسه کرده و تفاوتی مشاهده نکردند (۵). از معدود محققانی که به بررسی توزیع فشار کف پای در حوزه ورزش کاراته و سایر ورزش‌های رزمی پرداختند، می‌توان به Petre و Teodoru اشاره نمود که در مطالعه‌ای با عنوان ارتباط بین فشار کف پای و سرعت ضربه در رشته کاراته، متوجه شدند که ارتباط مستقیمی بین سرعت ضربه و فشار کف پای وجود دارد، به‌طوری‌که اگر یکی از آن‌ها کاهش و یا افزایش یابد، دیگری نیز کاهش و یا افزایش خواهد یافت (۷). همچنین Zvonar و همکاران در مطالعه‌ای با عنوان تأثیر ورزش‌های رزمی بر وضعیت فشار کف پای، با مشاهده اختلاف معنادار در فشار زیر انگشتان بزرگ نتیجه گرفتند که انگشتان در کاراته‌کارانی که بر روی

چابکی اجرا می‌کند که هرگونه بی‌تعادلی باعث کسر امتیاز از وی می‌شود (۳). Filingeri و همکاران در بیان مدل عملکردی کاراته، کومیته را متشکل از تعادل پویا، استقامت، قدرت انفجاری، زمان عکس‌العمل، استراتژی و تاکتیک و کاتا را متشکل از تعادل ایستا، قدرت انفجاری و هماهنگی عصب و عضله تعریف کرده‌اند (۲). اکثر پژوهش‌ها به کاراته به‌صورت یک رشته واحد نگاه کرده‌اند (۹-۴، ۱) که این موضوع مانع نگاه تخصصی به کاراته می‌شود. عدم توجه به ماهیت فعالیت‌های ورزشی در انتخاب رشته ورزشی تخصصی موجب اتلاف وقت، سرمایه و به هدر رفتن استعدادها خواهد شد (۱۰). از معدود تحقیقاتی که در بررسی رشته کاراته، کاتا و کومیته را جدا کرده‌اند می‌توان به تحقیقات Pirani و همکاران و Kaviani و همکاران اشاره کرد که این تحقیقات نیز دارای نتایج متناقض هستند (۱۱، ۳). Pirani و همکاران گزارش کردند که وضعیت زمان واکنش انتخابی ورزشکاران سبک‌های کاتا و کومیته تفاوت معنادار ندارد، اما تعادل ایستا و پویا بین کاتاکاران و کومیته‌کاران تفاوت معنادار دارد (۳). Kaviani و همکاران نیز ضمن گزارش تفاوت در میزان تراکم استخوانی کاتاکاران و کومیته‌کاران، اعلام کردند که ورزشکاران سبک کومیته قدرت و تراکم استخوانی بالاتری نسبت کاتاکاران و افراد غیرورزشکار دارند (۱۱).

تکنیک‌های کاراته به دو گروه زوکی (مشت‌ها) و گری (لگدها) تقسیم می‌شوند که تکنیک‌های پا در حالت اتکا روی یک‌پا انجام می‌شوند (۲). با توجه به این که رشته‌های رزمی دارای گارد یک‌طرفه هستند (۲) و اندام برتر نیز به‌منظور توصیف استفاده ترجیحی از یک عضو برای فرآیندهای حرکتی استفاده می‌شود (۱۲)، بنابراین احتمالاً کاراته‌کا از یک پا بیشتر برای اجرای گری‌ها و از پای دیگر برای تکیه استفاده نماید. انجام تکرارهای فراوان از تکنیک‌ها در تمرینات به‌ویژه در سطح نخبگی، در طول زمان باعث می‌شود تمرینات تخصصی انجام شده به‌وسیله پای برتر و غیربرتر تفاوت کند (۱۳). اما علی‌رغم تلاش محققان تحقیقاتی که تأثیر این تمرینات را بین پای برتر و غیربرتر در سبک‌های رشته کاراته به‌طور کامل تبیین کرده باشند به چشم نمی‌خورند.

یکی از اعمال مهم کف پا خاصیت جذب شوک در فعالیت‌هایی مانند دویدن، پریدن و راه رفتن است (۱۴). ساختارهای آناتومیکی پا از انتقال فشار به سمت بالا و کمر می‌کاهد (۱۴). این مسئله در ورزش‌های رزمی مانند کاراته به علت سطح تماس و برخورد

(Torsion) و زانوی عقب رفته (Genu recurvatum) بودند. بنابراین ناهنجاری‌های مشترک ذکر شده، شاخص توده بدنی نرمال، کاتاكا و کومیتة کای بودن و سابقه تمرین متمادی کاراته به‌عنوان معیارهای ورود و وجود سایر ناهنجاری‌ها، آسیب‌دیدگی سر در شش‌ماه گذشته، آسیب‌دیدگی در کمر و اندام تحتانی به‌ویژه در مچ پا، سابقه جراحی استخوان در اندام‌های تحتانی و وجود اختلالات عصبی یا هرگونه پاتولوژی در پا که باعث تغییر الگوی راه رفتن شود به‌عنوان معیارهای خروج آزمودنی‌ها در نظر گرفته شدند (۲۷، ۲۸). پس از تعیین پای برتر و غیربرتر آزمودنی‌ها و تکمیل فرم رضایت‌نامه اندازه‌گیری‌ها آغاز گردید. در این پژوهش منظور از پای برتر پای بود که کاراته‌کا در اجرای تکنیک‌های کاراته به‌طور ترجیحی استفاده بیشتری از آن پا داشت. سپس ویژگی‌های آنتروپومتریکی آزمودنی‌ها شامل قد و وزن اندازه گرفته شد. از دستگاه پلت فورم Emed at2 مدل ساخت شرکت ناول آلمان (novel GmbH, Munich, Germany) (شکل ۱) با دقت ۴ سنسور در هر سانتیمتر مربع برای اندازه‌گیری متغیرهای توزیع فشار کف پای در حین راه رفتن استفاده گردید ( $ICC=0.80-0.90$ ) (۲۹، ۳۰). به‌منظور یکسان‌سازی شرایط محیطی، کلیه مراحل اندازه‌گیری توزیع فشار کف پای در یکی از اتاق‌های مناسب برای آزمون در سالن کبکانیان انجام گردید و جهت جلوگیری از تأثیر عوامل زمانی روی نتایج آزمون‌ها، روند اندازه‌گیری‌ها در ساعات مشابهی از شبانه‌روز، در هنگام ظهر، صورت گرفت. صفحه پلت فورم در مرکز مسیری به طول ۵ متر جاسازی شد تا با یکسان‌سازی ارتفاع پلت فورم و سطح مسیر، تغییر نحوه گام‌برداری به حداقل برسد (۳۱). برای اندازه‌گیری توزیع فشار کف پای از آزمودنی‌ها خواسته شد به‌صورت پابره‌نه در مسیر معین با سرعت عادی خود (۳۲) چندین بار مسیر را به‌صورت رفت و برگشت طی کنند تا یاد بگیرند بدون تغییر نحوه گام‌برداری، گام دوم آن‌ها دقیقاً روی پلت فورم افتاده (۳۳) و با لبه‌های آن‌که بدون سنسور هستند برخورد نکند. بین هر تکرار راه رفتن حداقل یک دقیقه استراحت وجود داشت (۳۱). آزمودنی‌ها می‌بایست حتی‌الامکان روبه‌رو را نگاه کرده و بعد از رد شدن از پلت فورم به مسیر خود ادامه می‌دادند. پارامترهای منتخب برای بررسی الگوی پخش فشار شامل اوج فشار (کیلوپاسکال)، انتگرال فشار-زمان (کیلوپاسکال در ثانیه)، نیروی بیشینه (درصد وزن بدن) و انتگرال نیرو-زمان (درصد وزن بدن در ثانیه) بوده و شاخص قوس

سطح سفت تمرین می‌کنند، نسبت به کاراته‌کارانی که بر روی تاتمی تمرین می‌کنند، به علت باز شدن بیش از حد پا بر روی سطوح سفت، بیشتر درگیر می‌شود. درحالی‌که در کاراته‌کاهایی که بر روی تاتمی تمرین می‌کنند، مناطق پاشنه و استخوان‌های کف پای به دلیل داشتن زمان بارگیری بیشتر، فشار بیشتری را متحمل می‌شوند (۲۳). Mao و همکاران نیز توزیع فشار کف پای ورزشکاران رشته‌ی تای‌چی را بررسی کردند. آن‌ها متوجه شدند که در طی حرکات تای‌چی، بارگیری در سر متاتارسال و انگشت بزرگ، بزرگ‌تر از دیگر نواحی است (۲۴). نکته‌ای که در تحقیقات انجام شده به چشم می‌خورد این است که نتایج در مورد تفاوت پای برتر و غیر برتر دارای نتایج مبهم و متناقض هستند و مطالعه‌ای که توزیع فشار کف پای پای برتر و غیربرتر کاراته‌کاران را بررسی کرده باشد یافت نگردید. با توجه به این که نحوه توزیع فشار کف پای نمودی از عملکرد پا است (۲۵)، بنابراین هرگونه تغییر احتمالی که در پای کاراته‌کاران مشاهده گردد لزوم توجه بیشتر به سازگاری‌های ناشی از ورزش حرفه‌ای و حفظ تقارن در دو سمت بدن را تبیین می‌کند و در صورت مشاهده تفاوت بین دو سمت بدن ضرورت تمرینات اصلاحی برای جبران این تفاوت مشخص خواهد گردید. همچنین این تحقیق جهت بررسی تمایز دو سبک کاراته انجام شده که در صورت مشاهده این تمایز، توجه به بررسی جداگانه این دو سبک در مطالعات تخصصی انجام شده در زمینه کاراته اهمیت می‌یابد. بنابراین در این پژوهش تلاش خواهد شد تا به این سؤال پاسخ داده شود که آیا متغیر بیومکانیکی الگوی فشار کف پای در پای برتر و غیربرتر زنان کاراته‌کای عضو تیم ملی در دو گروه کاتاكا و کومیتة کای با هم تفاوت دارند؟

## روش شناسی

جامعه این تحقیق علی-مقایسه‌ای، بانوان کومیتة کای و کاتاكاای عضو تیم ملی بزرگسال کاراته بودند. به دلیل محدودیت در حجم جامعه کاراته‌کاران ملی پوش (۲۵ نفر) و با در نظر گرفتن معیارهای ورود و خروج، ۸ کاتاكا و ۱۲ کومیتة کای با ناهنجاری‌های مشابه به‌صورت غیرتصادفی هدفمند انتخاب شدند. ناهنجاری‌های موجود در اندام تحتانی آزمودنی‌ها به صورت بالینی توسط متخصص ارتوپدی فنی مورد معاینه قرار گرفتند. ناهنجاری‌های مشاهده شده مشترک در این کاراته‌کاران نخبه شامل: زانوی پرانتری، چرخش تیبیا (Tibial

شست (ناحیه ۸)، انگشت دوم (ناحیه ۹) و بقیه انگشتان (ناحیه ۱۰) بودند (شکل ۲). چرخش پاشنه و شاخص قوس با استفاده از برنامه Geometry و سایر پارامترها توسط برنامه Multimask evaluation محاسبه گردید.

از میانگین و انحراف استاندارد برای طبقه‌بندی و توصیف داده‌ها و آزمون شاپیرو ویلک برای تعیین نرمال بودن توزیع متغیرها استفاده گردید (۳۵) و از آزمون‌های ناپارامتری ویلکاکسون برای مقایسه درون‌گروهی و یو-من ویتنی برای مقایسه بین‌گروهی استفاده شد. همچنین سطح معناداری ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

## نتایج

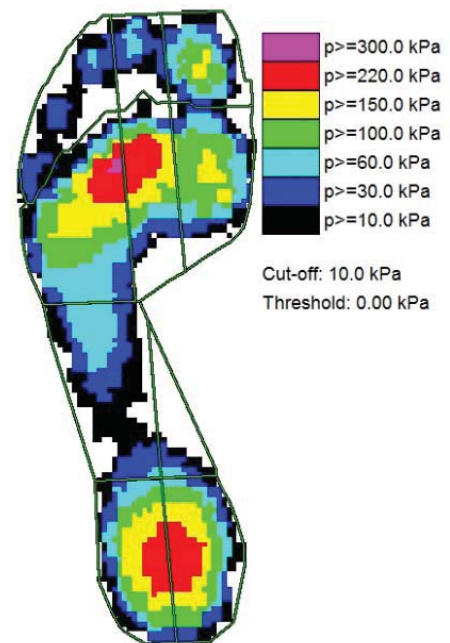
مشخصات فردی آزمودنی‌ها در جدول ۱ آورده شده است. با توجه به این که کف پای نرمال عددی مابین ۰/۲۶-۰/۲۱، کف پای گود مقداری کمتر از ۰/۲۱ و کف پای صاف عددی بالاتر از ۰/۲۶ را به خود اختصاص می‌دهد (۳۶)؛ از این رو آزمودنی‌های این پژوهش دارای کف پای نرمال هستند. همچنین با توجه به اینکه مقدار نرمال چرخش پاشنه  $5/2 \pm 11/7$  بوده و کمتر از این مقدار والگوس پاشنه و بیشتر از این مقدار به‌عنوان واروس پاشنه شناخته می‌شود (۳۷)؛ از این رو آزمودنی‌های این پژوهش در دامنه نرمال قرار دارند. آزمون شاپیرو-ویلک نشان داد که اکثر متغیرهای این تحقیق دارای توزیع غیرنرمال بودند ( $p < 0/05$ ) از این رو برای مقایسه پارامترها با یکدیگر از آزمون‌های ناپارامتری استفاده گردید.

میانگین و انحراف استاندارد متغیرهای اوج فشار، انتگرال فشار-زمان، نیروی بیشینه و انتگرال نیرو-زمان و همچنین نتایج تحلیل‌های آماری در مقایسه این متغیرها بین گروه‌های کاتا و کومیته در جدول‌های ۲ تا ۵ آورده شده‌اند. با توجه به جدول ۲، اوج فشار متاتارسال‌های ۳ و ۴ و ۵ در پای برتر ( $p=0/04$ ) و طبق جدول ۴، نیروی بیشینه متاتارسال دوم ( $p=0/05$ ) در پای غیربرتر بین گروه‌های کاتا و کومیته معنادار گردیدند. این متغیرها در گروه کومیته بیشتر از گروه کاتا بودند، به طوری که اوج فشار متاتارسال‌های ۳ و ۴ و ۵ در پای برتر گروه کومیته  $1/17$  برابر و نیروی بیشینه متاتارسال دوم در پای غیربرتر  $1/39$  برابر گروه کاتا بود. در متغیرهای انتگرال فشار-زمان (جدول ۳) و انتگرال نیرو-زمان (جدول ۵) بین گروه کاتا و کومیته تفاوت معناداری مشاهده نگردید.

و چرخش پاشنه (درجه) نیز جهت اطمینان از یکسان بودن گروه‌ها انتخاب گردیدند. سه گام صحیح برای هر پا با استفاده از برنامه emed انتخاب و میانگین‌گیری شد. سپس اطلاعات میانگین‌گیری شده برای هر پا با استفاده از برنامه Automask طبق تقسیم‌بندی PRC به ۱۰ ناحیه تقسیم‌بندی شدند (۳۴). ماسک‌های استفاده‌شده داخل پاشنه (ناحیه ۱)، خارج پاشنه (ناحیه ۲)، میدفوت داخلی (ناحیه ۳)، میدفوت خارجی (ناحیه ۴)، متاتارسال اول (ناحیه ۵)، متاتارسال دوم (ناحیه ۶)، متاتارسال‌های ۳ و ۴ و ۵ (ناحیه ۷)، انگشت



شکل ۱. پلت فورم Emed استفاده شده در پژوهش



شکل ۲. ده ناحیه کف پا که براساس تقسیم‌بندی PRC تقسیم شده‌اند. ناحیه‌ها شامل داخل پاشنه، خارج پاشنه، میدفوت داخلی، میدفوت خارجی، متاتارسال اول، متاتارسال دوم، متاتارسال‌های ۳ و ۴ و ۵، انگشت شست، انگشت دوم و بقیه انگشتان هستند.

جدول ۱.

میانگین و انحراف استاندارد مشخصات فردی و شاخص قوس و چرخش پاشنه آزمودنی‌ها

گروه	سن	قد	وزن	شاخص توده بدنی	شاخص سابقه تمرین کاراته	شاخص قوس پای برتر و غیر برتر	چرخش پاشنه پای برتر و غیر برتر
کاتا	۱۸/۷۵±۲/۳۷	۱۵۸/۵۰±۴/۹۵	۵۶/۶۳±۴/۵۰	۲۲/۵۶±۱/۸۵	۱۲/۳۳±۳/۰۴	۰/۲۴±۰/۰۱	۱۱/۶۳±۴/۰۱
کومیته	۲۲/۰۰±۴/۳۲	۱۶۸/۱۰±۵/۱۰	۵۶/۰۰±۷/۳۱	۱۹/۷۶±۱/۸۱	۱۳/۹۰±۲/۱۲	۰/۲۳±۰/۰۲	۱۲/۲۱±۲/۵۰
						۰/۲۲±۰/۰۲	۱۳/۹۰±۱/۰۸

واحد سن: سال، قد: سانتیمتر، وزن: کیلوگرم، شاخص توده بدنی: کیلوگرم بر مترمربع، شاخص قوس: بدون واحد و چرخش پاشنه: درجه می‌باشد.

جدول ۲.

میانگین و انحراف استاندارد اوج فشار و نتایج مقایسه بین کاتا و کومیته

ناحیه	گروه‌ها	میانگین و انحراف استاندارد پای برتر	میانگین و انحراف استاندارد پای غیر برتر	Sig مقایسه سبک‌ها در پای برتر	Sig مقایسه در پای غیر،
داخل پاشنه	کاتا	۲۵۲/۵۰±۵۲/۰۲	۲۶۶/۵۰±۴۵/۹۴	۰/۰۵۵	۰/۴۹
	کومیته	۲۴۵/۱۶±۴۴/۷۲	۲۷۵/۸۳±۸۰/۱۶		
خارج پاشنه	کاتا	۲۵۲/۵۰±۴۳/۶۶	۲۵۶/۰۰±۴۷/۰۶	۰/۰۵۵	۰/۶۶
	کومیته	۲۴۵/۱۶±۳۸/۰۶	۲۵۹/۵۸±۶۳/۲۹		
میدفوت داخلی	کاتا	۹۵/۵۰±۲۷/۴۳	۱۰۱/۰۰±۲۳/۱۹	۰/۰۹	۰/۰۶
	کومیته	۱۱۲/۵۰±۳۸/۶۴	۱۱۰/۴۱±۲۸/۸۷		
میدفوت خارجی	کاتا	۱۰۶/۵۰±۳۴/۵۶	۱۰۱/۵۰±۲۶/۵۶	۰/۱۵	۰/۰۵۵
	کومیته	۱۱۷/۹۱±۳۳/۵۵	۱۱۴/۱۶±۲۴/۱۹		
متاتارسال اول	کاتا	۲۱۳/۰۰±۷۳/۴۱	۱۹۰/۵۰±۵۳/۰۹	۰/۵۸	۰/۴۶
	کومیته	۲۱۲/۵۰±۸۵/۰۲	۱۷۲/۹۱±۵۰/۶۵		
متاتارسال دوم	کاتا	۲۸۵/۰۰±۵۳/۴۸	۳۰۳/۵۰±۶۹/۸۸	۰/۹۰	۰/۷۱
	کومیته	۳۴۰/۴۱±۸۳/۵۶	۳۳۰/۰۰±۶۲/۹۲		
متاتارسال‌های ۳ و ۴	کاتا	۲۶۹/۰۰±۵۴/۶۶	۲۹۲/۵۰±۶۴/۱۲	۰/۰۴*	۰/۰۶
	کومیته	۳۱۵/۰۰±۵۱/۱۲	۳۲۰/۸۳±۶۲/۸۷		
انگشت شست	کاتا	۳۲۲/۰۰±۱۴۷/۱۰	۲۴۱/۵۰±۱۵۱/۴۰	۰/۵۸	۰/۷۱
	کومیته	۳۱۹/۱۶±۱۹۹/۸۰	۳۱۵/۰۰±۱۹۵/۳۰		
انگشت دوم	کاتا	۱۳۹/۰۰±۵۱/۶۸	۱۲۹/۵۰±۵۱/۱۲	۰/۷۱	۰/۹۵
	کومیته	۱۲۳/۳۳±۵۶/۶۶	۱۲۶/۶۶±۳۴/۷۲		
سایر انگشتان	کاتا	۱۰۰/۰۰±۳۱/۱۸	۸۰/۰۰±۳۱/۰۹	۰/۵۳	۰/۳۵
	کومیته	۸۵/۴۱±۴۱/۴۲	۷۵/۰۰±۲۱/۵۳		

واحد اوج فشار کیلوپاسکال می‌باشد.

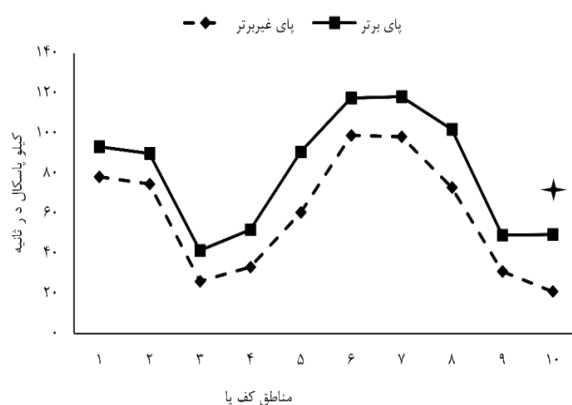
\* نشانه اختلاف معنادار در سطح  $p < 0.05$

جدول ۳.

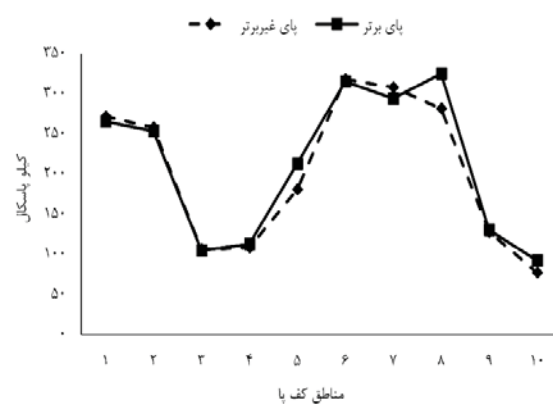
میانگین و انحراف استاندارد انتگرال فشار-زمان و نتایج مقایسه بین کاتا و کومیته

ناحیه	گروهها	میانگین و انحراف استاندارد پای برتر	میانگین و انحراف استاندارد پای غیر برتر	Sig مقایسه سبکها در پای برتر	Sig مقایسه در پای غیر
داخل پاشنه	کاتا	۱۱۹/۴۳±۱۲۱/۸۸	۸۳/۳۵±۱۵/۹۲	۰/۰۸	۰/۴۶
	کومیته	۷۱/۵۵±۱۷/۲۰	۷۴/۱۱±۲۰/۰۰		
خارج پاشنه	کاتا	۱۱۵/۴۰±۱۲۲/۹۱	۷۹/۲۷±۱۴/۳۴	۰/۰۸	۰/۴۶
	کومیته	۶۸/۸۶±۱۳/۹۳	۷۰/۹۲±۱۷/۶۷		
میدفوت داخلی	کاتا	۶۱/۰۱±۱۱۴/۰۴	۲۵/۰۰±۳/۱۸	۰/۶۹	۱/۰۵۵
	کومیته	۲۵/۲۴±۷/۸۸	۲۷/۱۱±۸/۷۸		
میدفوت خارجی	کاتا	۷۵/۷۷±۱۳۶/۰۱	۳۱/۶۸±۵/۱۵	۰/۴۶	۰/۰۶
	کومیته	۳۱/۸۷±۶/۳۱	۳۴/۵۴±۸/۰۷		
متاتارسال اول	کاتا	۱۲۰/۳۱±۱۵۳/۰۴	۶۷/۲۸±۲۱/۴۰	۰/۴۶	۰/۱۴
	کومیته	۶۶/۱۵±۲۷/۱۰	۵۴/۸۱±۱۳/۷۰		
متاتارسال دوم	کاتا	۱۳۶/۰۶±۱۴۲/۶۶	۹۶/۵۹±۲۴/۱۲	۰/۵۱	۰/۴۲
	کومیته	۱۰۲/۳۳±۲۵/۱۳	۱۰۰/۹۴±۲۴/۶۶		
متاتارسالهای ۳ و ۴	کاتا	۱۴۰/۰۱±۱۵۴/۶۴	۹۵/۱۵±۱۸/۶۸	۰/۷۹	۰/۷۹
	کومیته	۱۰۰/۲۰±۲۲/۷۴	۱۰۰/۹۲±۲۲/۷۷		
انگشت شست	کاتا	۱۳۶/۹۴±۱۴۲/۴۰	۷۴/۵۳±۶۳/۷۵	۰/۳۲	۰/۸۴
	کومیته	۷۲/۸۹±۴۲/۲۰	۷۱/۷۴±۴۴/۰۲		
انگشت دوم	کاتا	۷۱/۹۶±۱۱۱/۰۲	۳۳/۱۰±۱۵/۴۸	۰/۱۸	۰/۵۵
	کومیته	۳۰/۲۳±۱۶/۹۸	۲۹/۴۵±۱۰/۶۵		
سایر انگشتان	کاتا	۷۸/۶۲±۱۹۲/۱۰	۲۲/۱۶±۹/۹۷	۰/۱۴	۰/۸۴
	کومیته	۲۵/۱۹±۱۶/۴۷	۲۰/۱۰±۶/۱۱		

واحد انتگرال، فشار-زمان کیلوپاسکال در ثانیه می‌باشد.



شکل ۴. مقایسه انتگرال فشار-زمان بین پای برتر و غیر برتر.

\* نشانه اختلاف معنادار در سطح  $p < 0.05$ 

شکل ۳. مقایسه اوج فشار بین پای برتر و غیر برتر.

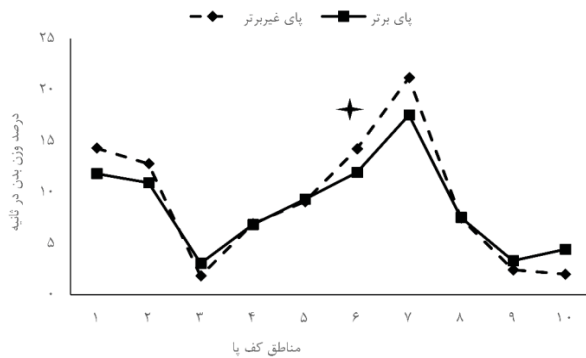
جدول ۴.

میانگین و انحراف استاندارد نیروی بیشینه و نتایج مقایسه بین کاتا و کمیته

ناحیه	گروه‌ها	میانگین و انحراف استاندارد پای برتر	میانگین و انحراف استاندارد پای غیر برتر	Sig مقایسه سبک‌ها در پای غیر برتر	Sig مقایسه سبک‌ها در پای برتر
داخل پاشنه	کاتا	۳۲/۵۱±۵/۶۳	۳۳/۰۳±۴/۹۲	۰/۷۱	۰/۰۶
	کمیته	۳۶/۸۶±۶/۴۳	۵۰/۱۶±۴۵/۱۸		
خارج پاشنه	کاتا	۲۹/۵۳±۴/۷۶	۳۰/۱۹±۳/۷۵	۰/۳۹	۰/۱۷
	کمیته	۳۳/۲۵±۴/۷۰	۴۳/۶۰±۳۷/۶۰		
میدفوت داخلی	کاتا	۳/۱۳±۴/۵۸	۲/۵۵±۱/۵۶	۰/۱۱	۰/۱۷
	کمیته	۲/۸۲±۱/۶۹	۴/۲۶±۶/۲۸		
میدفوت خارجی	کاتا	۱۷/۰۳±۱۱/۸۳	۱۷/۸۶±۸/۱۰	۰/۹۰	۰/۲۷
	کمیته	۱۴/۹۱±۶/۸۷	۲۳/۸۸±۳۵/۱۸		
متاتارسال اول	کاتا	۲۰/۹۱±۴/۹۴	۱۹/۳۵±۶/۱۴	۰/۴۶	۰/۸۰
	کمیته	۱۸/۹۴±۱۰/۱۶	۲۳/۱۰±۲۴/۳۲		
متاتارسال دوم	کاتا	۲۴/۹۸±۳/۵۱	۲۷/۳۴±۶/۵۹	۰/۰۵*	۰/۸۰
	کمیته	۲۸/۶۴±۴/۵۹	۳۸/۰۹±۳۲/۰۰		
متاتارسال‌های ۳ و ۴ و ۵	کاتا	۴۰/۱۰±۷/۱۸	۴۳/۶۳±۵/۳۵	۰/۱۳	۰/۱۷
	کمیته	۴۲/۲۰±۹/۸۱	۵۹/۳۱±۴۶/۹۳		
انگشت شست	کاتا	۲۰/۱۲±۸/۳۸	۱۳/۳۱±۷/۳۸	۰/۷۱	۰/۸۹
	کمیته	۱۸/۰۵±۸/۲۷	۲۴/۶۳±۱۲/۱۲		
انگشت دوم	کاتا	۳/۹۴±۱/۴۲	۴/۰۷±۱/۶۳	۰/۹۲	۰/۴۶
	کمیته	۳/۸۹±۱/۸۹	۷/۵۱±۴/۷۵		
سایر انگشتان	کاتا	۴/۴۱±۲/۴۰	۳/۳۳±۱/۷۹	۰/۱۷	۰/۹۰
	کمیته	۴/۱۴±۲/۵۵	۵/۸۸±۳/۳۵		

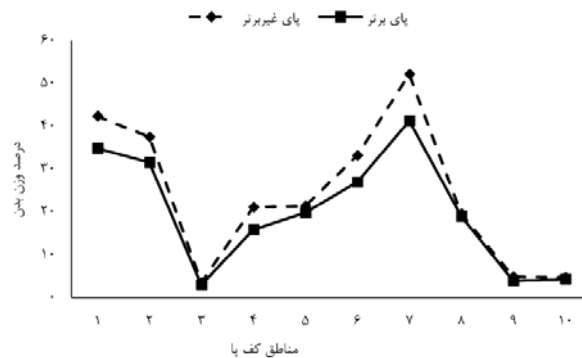
واحد نیروی بیشینه درصد وزن بدن می‌باشد.

\* نشانه اختلاف معنادار در سطح  $p < 0.05$



شکل ۶. مقایسه انتگرال نیرو-زمان بین پای برتر و غیر برتر

† نشانه اختلاف معنادار در سطح  $p < 0.05$



شکل ۵. مقایسه نیروی بیشینه بین پای برتر و غیر برتر.



## جدول ۵.

میانگین و انحراف استاندارد انتگرال نیرو-زمان و نتایج مقایسه بین کاتا و کومیته

ناحیه	گروه‌ها	میانگین و انحراف استاندارد		Sig مقایسه سبک‌ها	
		پای برتر	پای غیر برتر	پای برتر	پای غیر برتر
داخل پاشنه	کاتا	۱۵/۱۱±۱۸/۲۳	۱۵/۲۰±۱۷/۴۸	۰/۵۵	۰/۸۴
	کومیته	۹/۰۸±۱/۸۸	۱۳/۵۸±۱۴/۸۲		
خارج پاشنه	کاتا	۱۴/۱۸±۱۸/۴۸	۱۳/۸۴±۱۷/۰۲	۰/۰۸	۰/۴۶
	کومیته	۸/۲۳±۱/۲۹	۱۱/۹۱±۱۲/۷۳		
میدفوت داخلی	کاتا	۶/۰۰±۱۷/۴۱	۲/۷۲±۶/۹۶	۰/۷۴	۰/۶۴
	کومیته	۰/۶۰±۰/۳۸	۱/۰۹±۲/۰۰		
میدفوت خارجی	کاتا	۱۰/۷۱±۱۹/۸۱	۶/۶۴±۷/۳۱	۰/۳۲	۰/۲۶
	کومیته	۳/۶۳±۱/۴۶	۷/۱۵±۱۲/۷۳		
متاتارسال اول	کاتا	۱۳/۸۷±۲۲/۷۱	۱۲/۱۹±۱۸/۴۵	۰/۲۱	۰/۱۱
	کومیته	۵/۵۰±۳/۴۵	۶/۴۹±۶/۳۴		
متاتارسال دوم	کاتا	۱۵/۳۲±۲۲/۰۰	۱۶/۶۳±۲۳/۴۳	۰/۶۹	۰/۹۴
	کومیته	۹/۱۳±۱/۸۵	۱۲/۲۴±۱۰/۱۳		
متاتارسال‌های ۳ و ۴ و ۵	کاتا	۲۱/۳۷±۲۱/۹۴	۲۲/۰۱±۲۲/۴۹	۰/۷۴	۰/۷۴
	کومیته	۱۴/۳۷±۴/۳۱	۲۰/۵۰±۱۸/۰۳		
انگشت شست	کاتا	۷۷/۱۱±۲۱/۴۳	۹/۹۸±۲۰/۳۴	۰/۳۵	۰/۵۱
	کومیته	۴/۰۳±۲/۰۶	۵/۳۸±۷/۴۴		
انگشت دوم	کاتا	۶/۲۹±۱۷/۳۱	۴/۰۵±۱۰/۱۵	۰/۵۵	۰/۷۹
	کومیته	۰/۸۵±۰/۵۷	۱/۰۷±۰/۷۳		
سایر انگشتان	کاتا	۸/۶۱±۲۴/۳۰	۳/۲۱±۸/۰۱	۰/۳۲	۰/۹۴
	کومیته	۰/۹۵±۰/۹۰	۰/۹۷±۱/۰۶		

واحد انتگرال نیرو- زمان درصد وزن بدن در ثانیه می‌باشد.

برتر و غیربرتر زنان کاتا و کومیته‌کای عضو تیم ملی بود. نتایج این پژوهش حاکی از وجود تفاوت معنادار در توزیع فشار کف پای بین دو گروه کاتا و کومیته بود. ورزشکاران هر رشته تمرینات تخصصی خود را انجام می‌دهند (۲۳)؛ مخصوصاً ورزشکارانی که در سطح قهرمانی و ملی فعالیت می‌کنند. آثار الگوها و مهارت اختصاصی یک ورزش بررسی می‌گردد تا معین شود که تکرار مهارت‌های ورزشی به مدت طولانی تا چه اندازه در ساختار اسکلتی ورزشکاران تغییر ایجاد کرده و وضعیت بدنی و ناهنجاری‌های اسکلتی برای ورزشکاران پدید می‌آورد. این ناهنجاری‌ها در ورزشکاران حرفه‌ای ممکن است موجب تغییر عملکرد و حتی تغییر در فعالیت‌های روزمره مانند الگوی راه رفتن شوند (۳۸). راه رفتن به‌عنوان فعالیتی مستمر در شکل‌گیری وضعیت بدنی افراد تأثیر فراوانی دارد و وضعیت بدنی افراد نیز می‌تواند به‌گونه‌ای متقابل نحوه راه رفتن آنان را تعیین کند (۳۸). Zvona و

نتایج تحلیل آماری در مقایسه اوج فشار، انتگرال فشار-زمان، نیروی بیشینه و انتگرال نیرو-زمان بین پای برتر و غیربرتر در شکل‌های ۱ تا ۴ آورده شده است. تحلیل آماری نتایج معناداری را در مقایسه بین پای برتر و غیربرتر در اوج فشار انگشت شست ( $p=0/04$ )، انتگرال فشار-زمان انگشتان ۳ و ۴ و ۵ ( $p=0/04$ ) و انتگرال نیرو-زمان متاتارسال دوم ( $p=0/03$ ) نشان داد. این متغیرها در نواحی انگشت شست ( $p=0/04$ ) و انگشتان ۳ و ۴ و ۵ ( $p=0/04$ ) به‌طور معناداری در پای برتر بزرگ‌تر از پای غیربرتر و در ناحیه متاتارسال دوم ( $p=0/03$ ) کمتر از پای غیربرتر بود.

## بحث

هدف پژوهش حاضر مطالعه مقایسه توزیع فشار کف پای در پای



در ناحیه متاتارسال‌های ۳، ۴ و ۵ در کومیتسه‌کاران به‌طور معناداری بیشتر بود که احتمالاً ناشی از تفاوت در نحوه اتکای ورزشکاران دو سبک باشد. کاتاکاران همواره در یک حالت ثابت تکنیک‌ها را اجرا می‌کنند که تمام کف پا با زمین تماس دارد اما کومیتسه‌کاران دائماً در حال رقص پا بوده و پرش‌های مکرر و کوتاه داشته (۴۰) و اغلب روی سینه پا تکیه می‌کنند. به‌گونه‌ای که این ورزشکاران، تغییر جهت‌های سریع، شروع، توقف و فرودهای فراوانی را به‌طور مکرر تجربه می‌کنند. شاید به مرور زمان این نوع اتکا موجب تغییر عملکرد پا و الگوی پخش فشار کف پای گردیده (۲۵، ۲۶) و در ناحیه متاتارسال‌ها (سینه پا) موجب بالا رفتن نیرو و فشار گشته است. این یافته‌ها با نتایج Nuri و Memar که در یک مطالعه موردی الگوی توزیع فشار کف پای در پای راست تکواندوکار نخبه را بررسی کردند همسو می‌باشد (۴۱).

نتایج این پژوهش حاکی از وجود تفاوت معنادار در توزیع فشار کف پای بین پای برتر و غیر برتر بودند که مؤید این مسئله هستند که احتمالاً تمرینات متفاوت پاها و استفاده‌های نابرابر از پاها موجب تغییر برخی از پارامترها بین دو پا می‌گردد. از دلایل احتمالی عدم برابری در دو سمت بدن می‌توان به وضعیتی که ورزشکاران در اجرای تکنیک‌ها و فعالیت‌های تمرینی خاص رشته اتخاذ می‌کنند اشاره کرد (۱۳). احتمالاً علت آن نوعی گرایش در پای برتر برای تولید حرکات نیرومند و در پای غیر برتر برای ثبات بدن باشد. این نتیجه با نتایج Wong و همکاران و Esmaeli و همکاران که به ترتیب توزیع فشار کف پای در فوتبالیست‌ها و وضعیت استخوانی کاراته‌کاران را مطالعه نمودند، همخوانی داشت (۲۱، ۴۲). از طرف دیگر نتایج Probst و همکاران، Dadghar و Sahebolzamani نتایج ناهمسو با نتایج این پژوهش داشتند (۵، ۱۳). این پژوهشگران به ترتیب انعطاف‌پذیری مفصل ران و قوس کف پا را در پای برتر و غیر برتر کاراته‌کاران مقایسه کردند، از این رو تفاوت در متغیر مورد بررسی می‌تواند از علل ناهمخوانی نتایج باشد. مقایسه مستقیم نتایج به علت عدم پیشینه امکان‌پذیر نبود.

همچنین انتگرال فشار-زمان در انگشتان خارجی در پای برتر بیشتر از پای غیر برتر بود. این انگشتان از طریق افزایش سطح تماس در تحمل وزن انتهای مرحله استقرار راه رفتن نقش دارند. احتمالاً انگشتان خارجی پای برتر مشارکت بیشتری در تحمل وزن در راه رفتن دارند که نقش این انگشتان را در پیشروی در مرحله آخر راه

همکاران نیز بیان کردند که تمرینات بیش از حد و حرکات تکراری موجب تأثیر پذیرفتن بدن از آن‌ها و به وجود آمدن اختلالات وضعیتی در ورزشکاران می‌شود (۲۳). با توجه به تفاوت متغیرهای توزیع فشار در آزمودنی‌های کاتاکا و کومیتسه‌کای تحقیق حاضر با سابقه بیشتر از ۱۰ سال تمرین کاراته، به نظر می‌رسد انجام این سبک‌ها در درازمدت تأثیرات متفاوتی را بر راه رفتن این ورزشکاران تحمیل کرده باشد. کوچک‌ترین تغییر در الگوی راه رفتن نیز توزیع فشار کف پای را تحت تأثیر قرار خواهد داد (۱۸) که احتمالاً نشان از ماهیت متفاوت دو سبک می‌باشد. به‌طور دقیق‌تر، میانگین پارامترهای معنادار در آزمودنی‌های کومیتسه‌کا بیشتر از آزمودنی‌های کاتاکا بود. کومیتسه‌کا در مدت زمان مسابقه، علاوه بر نیاز به دانش تاکتیک‌های حمله‌ای و دفاعی، باید از حداکثر آمادگی‌های جسمانی و حرکتی یعنی قدرت، استقامت و توان عضلانی، برخوردار باشد (۳۹). از طرف دیگر، تمرینات کاتا بیشتر جنبه شناختی داشته و نیازمند فعالیت بالای سیستم عصبی مرکزی و همچنین هماهنگی عصب-عضله برای اجرای سریع و دقیق می‌باشند (۳۹). Petre و Teodoru گزارش کردند که ارتباط مستقیم بین حداکثر فشار وارده بر کف پا و سرعت ضربه کاراته‌کا وجود دارد (۷). وجود برخی حرکات پایه مثل پریدن‌های مکرر و پرتاب اندام‌ها با شدت مناسب به سوی حریف در رشته کومیتسه، انکارناپذیر است و مسابقات و تمرینات مربوط به رشته کومیتسه دارای ماهیت برخوردی و پرش‌دست است (۲). به نظر می‌رسد شرکت در مسابقات و تمرینات کومیتسه موجب بیشتر بودن مقادیر فشار و نیرو در کف پا نسبت به ورزش‌های با شدت کمتر و بدون برخورد (مانند کاتا)، می‌گردد. با در نظر گرفتن مطالعات محدود انجام شده در این زمینه، پژوهش Kaviani و همکاران و Pirani و همکاران که به ترتیب وضعیت استخوانی و قدرت عضلانی و تعادل را بررسی کردند، با یافته‌های حاضر در خصوص تفاوت کاتا و کومیتسه همخوانی می‌باشد (۳، ۱۱). Filingeri و همکاران نیز در یک مقاله مروری به‌صورت همخوانی با تحقیق حاضر سبک کاتا و کومیتسه را مجزا دانستند (۲). با این وجود نتایج به‌دست‌آمده با پژوهش Pirani و همکاران که وضعیت زمان واکنش انتخابی را بررسی کردند، ناهمخوانی دارد (۳). به‌طور کلی مطالعه‌ای که متغیرهای منتخب این پژوهش را بین دو سبک کاتا و کومیتسه مقایسه کرده باشد یافت نشد، از این رو امکان مقایسه مستقیم نتایج وجود ندارد.

پدیده سازگاری منفی دستگاه عضلانی-اسکلنتی مرتبط با الگوهای تکراری مهارت ورزشکاران تبیین شد که محققان را به پر کردن خلأ موجود در زمینه شناخت و پیشگیری و درمان این پدیده سوق می دهد.

### نتیجه گیری نهایی

پژوهش حاضر گامی در جهت شناخت بیشتر سازگاری های ناشی از ورزش حرفه ای کاراته و موجب به چالش کشیدن سبک های آن گردید. طبق نتایج این تحقیق احتمالاً تمرینات متفاوت انجام شده در دو سبک کاتا و کومیته در بلندمدت بر عملکرد پا، الگوی راه رفتن و پخش فشار کف پای تأثیرگذار باشد که سبک کومیته به سبب ماهیت فشارهای مکانیکی، ممکن است تأثیر بارزتری بر نحوه توزیع فشار کف پای داشته باشد. همچنین شاید استفاده ترجیحی از پای برتر به طور متمادی به عنوان پای ضربه زننده بر نحوه توزیع فشار در سطح کوچکی مانند کف پا تأثیر بگذارد. از این رو بهتر است برای پیشگیری از بروز سازگاری های ناشی از فعالیت ورزشی در سطح قهرمانی و درمان آن ها مطالعات بیشتر و جامع تری انجام شود.

### تشکر و قدردانی

بدین وسیله نویسندگان مقاله مراتب سپاس خود را از کلینیک آرنج، فدراسیون کاراته و کاراته کاران شرکت کننده در این پژوهش به دلیل همکاری در زمینه انجام این تحقیق اعلام می دارند.

رفتن نشان می دهد (۳۲). البته با توجه به نتایج Vanzant و همکاران که گزارش کردند اوج فشار و نیرو ناحیه فورفوت بین پای چپ و راست افراد عادی تفاوت دارد (۲۲)، تفاوت توزیع فشار در این ناحیه بین پای برتر و غیر برتر کاراته کاران عادی می باشد.

از سایر نواحی می توان به متاتارسال دوم اشاره کرد که انتگرال نیرو- زمان یا همان ضربه وارد بر این ناحیه در پای غیر برتر به طور معناداری بیشتر از پای برتر بود. از سوی دیگر، اوج فشار در ناحیه شست پا نیز بین دو پا تفاوت معنادار داشت. اما اوج فشار این ناحیه در پای برتر به طور معناداری از پای غیر برتر بیشتر بود. در واقع بار وارده به پای غیر برتر کاراته کاران به سمت متارسال ها منتقل شده و در ناحیه سینه پا افزایش و در ناحیه انگشتان کاهش یافته است. تغییر الگوی پخش فشار کف پای بین پاها می تواند در اثر نحوه اتکای این ورزشکاران باشد. کومیته کاران در هنگام رقص پا که یکی از اصلی ترین و کاربردی ترین تکنیک های کاراته می باشد، از پای عقب خود بیشتر به عنوان تحمل کننده اصلی وزن و از پای جلو برای پیشروی و اجرای تکنیک استفاده می کنند (۴۰). استفاده بیشتر از پای غیر برتر برای اتکا در اجرای تکنیک های کاتا در مورد کاتا کاران نیز صادق می باشد (۴۰). احتمالاً استفاده ترجیحی از پای برتر به طور متمادی به عنوان پای ضربه زننده و پای غیر برتر برای اتکا بر عملکرد پا در حین راه رفتن، متداول ترین حرکت روزمره، تأثیر گذاشته باشد. کوچک ترین تغییر در الگوی راه رفتن نیز توزیع فشار کف پای را تحت تأثیر قرار داده (۱۸) و هر گونه تغییر در الگوی فشار کف پای احتمال آسیب بافت ها و ایجاد درد را افزایش می دهد (۱۴). در نهایت

## References

1. Crichley GR, Mannion S, Meredith C. Injury rate in shotokan karate. *British Journal of Sports Medicine*.1999;33:174-177.
2. Filingeri D, Bianco A, Zangla D, Paoli A, Palma A. Is karate effective in improving postural control? *Archives of Budo* 2012;8(4):191-194.
3. Pirani MA, Miri H, Hemayat talab R, Dabbagh niko kheslat S, Heydari moghadam R, Khosh dast M. Comparison between balance and reaction time in Iranian elite Karate athletes. *Journal of ResearchSport Rehabilitation* 2013;1(2):49-57.
4. Sterkowicz S, Sterkowicz-Przybycień K. Injuries in karate: A review. *OA Sport Medicine* 2013;1(2):14.
5. Probst MM, Fletcher R, Seelig DS. A Comparison of lower-body flexibility, strength, and knee stability between karate athletes active control. *The Journal of Strength & Conditioning Research* 2007;21(2):451-455.
6. Pozo J, Bastien G, Dierick F. Execution time, kinetics, and kinematics of the mae-geri kick: Comparison of national and international standard karate athletes. *Journal of Sports Sciences* 2011;29(14):1553-1561.
7. Teodoru M, Petre R. Correlation between pressure and striking speed in karate-do. *The Procedia - Social and Behavioral Science* 2014;117:357-360.
8. Mousavi Nezhad H, Farhadi H. A comparison of anthropomet-

- ric and physiological characteristics of Elite cycling and karate athletes. *Annals of Biological Research* 2012;3(1):628-631.
9. Juki J, Kati R, Bla'evi S. Impact of morphological and motor dimensions on success. *Collegium Antropologicum*. 2012;36(4):1247-1255.
10. Vaeyens RM, Malina M, Janssens B, Van RJ, Bourgois J, Vrijens RM. A multidisciplinary selection model for youth soccer: the Ghent Youth Soccer Project. *British Journal of Sports Medicine* 2006;40:928-934.
11. Kaviani Najafabadi R, Esmacil Afzalpour M, Ehsanbakhsh AR. The comparison of the bone mineral density and muscle strength in elite male Kata and kumite practitioners of southern Khorasan. *Sport Physiology* 2013;5(18):67-80.
12. Sadeghi H, Allard P, Prinee F, Labelle H. Symmetry and limb dominance in able-body gait: a review. *Gait and Posture* 2000;12:34-45.
13. Dadghar H, Sahebolzamani M. Evaluation of sole arch index and non-contact lower-extremity injury rates in male karateka. *Journal of research in Rehabilitation Sciences* 2011;1(7):1-8.
14. Ackland TR, Elliott BC, Bloomfield J. *Applied anatomy and biomechanics in sport*. 2 ed. Champaign: Human Kinetics; 2009.
15. Abdul Hadi A, Aladin Z, Rezaul K, Yufridin W. Foot plantar pressure measurement system: A Review. *Sensors* 2012;12:9884-9912.
16. Rai DV, Agarwal LM. The study of plantar pressure distribution in normal and pathological foot. *Polish Journal of Medical Physics And Engineering* 2006;(1):25-34.
17. Braz RG, Carvalho GA. Relationship between quadriceps angle (Q) and plantar pressure distribution in football players. *Journal of Physical Therapy* 2010;14(4):296-302.
18. Bonato P. Wearable sensors/systems and their impact on biomedical engineering. *IEEE Engineering in Medicine and Biology Magazine* 2003;22:18-20.
19. Rodgers M. Dynamic biomechanics of the normal foot and ankle during walking and running. *Physical Therapy* 1998;68:1822-1830.
20. Farjad Pezeshk A, Sadeghi H, Farzadi M. Comparison of plantar pressure distribution and vertical ground reaction force between dominant and non-dominant limb in healthy subjects using principle component analysis (PCA) technique. *Rehabilitation Journal* 2013;1(4):97-108.
21. Wong P, Chamari K, Chaouachi A, Wisloff U, Hong Y. Difference in plantar pressure between the preferred and non-preferred feet in four soccer-related movements. *British Sports Medicine* 2007;41(2):84-92.
22. Vanzant S, Macpoil TG, Cornwall MW. Symmetry of plantar pressures and vertical forces in healthy subjects during walking. *American Podiatric Medical Association* 2001;91(7):337-342.
23. Zvonar M, Lutonskac K, Reguli Z, Sebera M, Vespalec T. Influence of combative sports on state of plantar pressure. *Martial Arts Anthropology* 2012;12(1):30-35.
24. Mao de W, Li JX, Hong Y. Plantar pressure distribution during Tai Chi exercise. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 2006;87(6):814-820.
25. Richardson EG. *Rheumatoid foot*. 1 ed. Louis: Mosby; 1998.
26. Woodburn J, Helliwell P. Foot problems in rheumatology. *British journal of rheumatology* 1997;36:932-933.
27. Ledoux WR, Hillstram HJ. The distributed plantar vertical force of neutrally aligned and pes planus feet. *Gait and posture* 2002;15(1):1-9.
28. Burns J, Keenan AM, Redmond A. Foot type and overuse injury in triathletes. *Journal of the American Podiatric Medical Association* 2000;95(3):235-241.
29. Gurney JK, Kersting UG, Rosenbaum D. Between-day reliability of repeated plantar pressure distribution measurements in a normal population. *Gait and Posture* 2008;27(4):706-709.
30. Murphy D, Bynnon B, Michelson J, Vacek P. Efficacy of plantar loading parameters during gait in terms of reliability, variability, effect of gender and relationship between contact area and plantar pressure. *Foot and Ankle International* 2005;26(2):171-179.
31. Putti AB, Arnold GP, Cochrane LA, Abboud RJ. Normal pressure values and repeatability of the Emed ST4 system. *Gait and Posture* 2008;27(3):501-505.
32. Hughes J, Pratt L, Linge K, Clark P, Klenerman L. Reliability of pressure measurements: the EMED F system. *Clinical Biomechanics* 1991;6(1):14-18.
33. Bus SA, Lange AD. A comparison of the 1-step, 2-step and 3-step protocols for obtaining barfoot plantar pressure data in the diabetic neuropathic foot. *Clinical Biomechanics* 2005;20:892-899.
34. Hennig EM. Pressure distribution under the impacting human foot during expected and unexpected falls: Pennsylvania State University; 1984.
35. Razali NM, Wah YB. Power comparisons of Shapiro-Wilk, Kolmogorov-Smirnov, Lilliefors and Anderson-darling tests. *Journal of Statistical Modeling and Analytics* 2001;2(1):21-33.
36. Cavanagh PR, Rodgers Iiboshi A. Pressure distribution under symptom free feet during barefoot standing. *Foot and ankle* 1987;7:262-276.

37. Akins JS, Keenan KA, Sell TC, Abt JA, Lephart SM. Test-retest reliability and descriptive statistics of geometric measurements based on plantar pressure measurements in a healthy population during gait. *Gait and Posture* 2012;35:167-169.
38. Daneshmandi H, Alizadeh MH, Gharakhanlou R. Corrective exercise. 8 ed. Tehran:Samt;2010.
39. Christian D, Arsenio V, Eloisa L, Martina A. Maggioni, A, Fabrizo E, Giorgio F, Tiziana P. Energetics of karate (kata and kumite techniques) in top-level Athletes. *European Journal of Applied Physiology*2009;107:603-610.
40. Bostani MH, Bostani MA. Karate reference book. Tehran: Bamdad ketab; 2012.
41. Nuri SH, Memar R. Plantar Pressure Distribution study in the right foot of a elite taekwondo (case study). Third shahid beheshti congress; Tehran2014;27-29.
42. Esmacil Afzalpour M, Kaviani Najafabadi R, Ehsanbakhsh AR. The comparison of the bone mineral density and content between dominant & non dominant limb in elite males Karate practitioners of southern Khorasan. *Applied Biological Sciences in Sports* 2013;1(1):44-57.

## Comparison of Plantar Pressure Distribution in Dominant & Non-Dominant Leg of Female Kata and Kumite National Team

Elnaz Dizaji<sup>1\*</sup>,  
Raghad Memar<sup>1</sup>,  
Heydar Sadeghi<sup>1</sup>

*1. Department of Sport Biomechanics, Faculty of physical education and sport sciences, Kharazmi University, Tehran, Iran.*

\* Corresponding author:  
Department of Sport Biomechanics,  
Faculty of physical education and sport  
sciences, Kharazmi University, Tehran,  
Iran.  
Tel: 09148313526  
Email: dizajielnaz@yahoo.com

### Abstract

Received: June 16, 2015 Accepted: Dec. 16, 2015

**Objective:** The aim of this study was to compare the plantar pressure distribution of dominant and non-dominant legs of females who were participated in the kata and kumite national team.

**Methods:** Twelve kumite and 8 kata female athletes of the Karate national team participated in this study. Plantar pressure was measured using emed platform during barefoot walking. After dividing the foot into 10 masks, peak pressure, pressure-time integral, maximum force and force-time integral were calculated. Wilcoxon and U-Mann-Witney tests were used to analyze parameters at a significance level of  $p \leq 0.05$ .

**Results:** In comparison of kata and kumite teams it was found that, kata plantar pressure parameters in Metatarsal-2 ( $p=0.05$ ) and Metatarsals-3, 4, 5 ( $p=0.04$ ) were significantly less than those in kumite. Also, in comparison of dominant and non-dominant leg, plantar pressure parameters of dominant leg were less in Metatarsal-2 ( $p=0.04$ ) and more in Bigtoe ( $p=0.04$ ) and Toes-3,4,5 ( $p=0.03$ ) than those in the non-dominant leg.

**Conclusion:** Results may be indicative different of natures of the two athletic fields in that Kumite has a higher impact on plantar pressure due to higher mechanical loads. Furthermore, the unequal use of the legs may affect plantar pressure because of leg dominance. Thus, further and more comprehensive studies are necessary to prevent exercise-induced adaptations in professional levels and their treatments.

**Keywords:** Karate, Kata, Kumite, Dominant leg, Plantar pressure

خانم الناز دیزجی مدرک کارشناسی خود را در گرایش فیزیولوژی ورزشی در سال ۱۳۹۱ از دانشگاه سراسری تبریز و کارشناسی ارشد خود را در گرایش بیومکانیک ورزشی در سال ۱۳۹۳ از دانشگاه خوارزمی تهران دریافت کرده‌اند. در حال حاضر ایشان دارای ۶ مقاله علمی-پژوهشی و همایشی چاپ شده در حوزه کیتیک مهارت‌های ورزشی و جامعه کلینیکی، آنالیز راه رفتن و کنترل پاسچر هستند.



پروفسور حیدر صادقی، در سال ۱۳۷۸ دکتری خود در رشته بیومکانیک را از دانشکده علوم حرکتی دانشگاه مونتreal دریافت کرد و در سال ۱۳۸۰ در دانشکده پزشکی همان دانشگاه دوره فوق دکتری را تکمیل نمودند. ایشان در حال حاضر استاد تمام گروه بیومکانیک ورزشی دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه خوارزمی تهران می‌باشند. ایشان دارای ۵۸ مقاله نمایه شده در مجلات انگلیسی زبان و ۹۴ مقاله علمی پژوهشی به زبان فارسی می‌باشند. لازم به ذکر است ایشان انتشار ۱۸ جلد کتاب تألیفی و ترجمه‌ای را نیز در کارنامه خود دارند.



خانم دکتر رغد معمار در سال ۱۳۸۶ دکترای خود را در رشته مهندسی پزشکی-بیومکانیک از دانشگاه لیدز انگلستان دریافت کردند. همچنین دارای لیسانس فیزیوتراپی از دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی و کارشناسی ارشد در رشته مهندسی پزشکی از دانشگاه امیرکبیر می‌باشند. در حال حاضر استادیار دانشگاه خوارزمی می‌باشند و در حال گذراندن فرصت مطالعاتی در کشور کانادا هستند. ایشان دارای ۳۰ مقاله در مجلات معتبر داخلی و مجلات انگلیسی زبان هستند.

