



بررسی تقارن بین دو پا حین راه رفتن، در پارامترهای منتخب توزیع فشار کف پای کاراته کاران مرد نخبه

احسان طسوجیان^{۱*}، رغد معمار^۲

۱. کارشناسی ارشد دانشگاه خوارزمی

۲. استادیار دانشگاه خوارزمی

دریافت ۲۱ مهر ۱۳۹۴؛ پذیرش ۸ شهریور ۱۳۹۵

چکیده

زمینه و هدف: کاراته ورزشی است با ماهیت تحمل وزن همراه با پرش‌های گوناگون که این پرش‌ها فشار مکانیکی زیادی را به اندام تحتانی ورزشکار وارد می‌کند. از این رو هدف از تحقیق حاضر، بررسی تقارن در پارامترهای منتخب توزیع فشار کف پای کاراته کاران مرد نخبه بود.

روش بررسی: تعداد ۱۱ کاراته کار نخبه مرد به صورت غیر تصادفی و هدفمند انتخاب شدند. فشار کف پای و پارامترهای مرتبط با آن با استفاده از صفحه emed، در ۵ گام اندازه‌گیری شد. پس از تقسیم کف پا به ۱۰ ناحیه، حداکثر فشار، حداکثر نیرو، سطح تماس و زمان تماس در هر ناحیه محاسبه شد. اطلاعات به دست آمده با استفاده از آزمون تی وابسته و شاخص تقارن مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

یافته‌ها: نتایج حاصل از آزمون تی وابسته، به جز حداکثر نیرو در مسک‌های ۳ و ۴ و حداکثر فشار در مسک ۴، هیچ‌گونه اختلاف معناداری بین سایر پارامترها نشان نداد. شاخص تقارن نیز نشان داد که در ناحیه استخوان‌های کف پای اول و دوم حداکثر نیرو و حداکثر فشار پای جلو، در قسمت میانی پا حداکثر نیروی پای جلو، در ناحیه شست حداکثر نیروی پای عقب، در استخوان کف پای پنجم حداکثر فشار پای عقب، در انگشتان سوم تا پنجم تمام پارامترهای پای عقب نسبت به پای دیگر بیشتر است.

نتیجه‌گیری: به نظر می‌رسد کاراته کاران نخبه اغلب از پای عقب خود به عنوان تحمل کننده وزن و از پای جلو جهت پیشروی و ضربه استفاده می‌کنند که چنین استفاده متفاوتی از دو پا در دراز مدت بر الگوی توزیع فشار کف پای این افراد تأثیر خواهد گذاشت.

واژگان کلیدی

شاخص تقارن

توزیع فشار کف پای

کاراته

مقدمه

پا ضمن تحمل وزن و جذب نیروهای وارد شده در اثر برخورد با زمین هنگام راه رفتن، با ایفای نقش اهرمی در انتقال نیروهای جلو برنده تأثیر کلیدی داشته (اسکات، منز، نیوکامبلز ۲۰۰۷؛ هالمن، دی کلرک، ون دونگرک، ارت، ۲۰۰۶) و با توجه به ساختار آناتومیکی و موقعیت قرارگیری اش در اندام تحتانی، نقش تعیین کننده‌ای در راه رفتن دارد (تئومی، مکینتوش، سیمون، لائو، ولف، ۲۰۱۰). کف پا مرز مشترک توزیع نیرو بین اندام تحتانی و زمین است؛ بنابراین توجه به کف پا به عنوان عضوی که به طور مداوم در ارتباط مستقیم و برخوردی با محیط خارج است، بسیار مهم و ضروری است. پدیده سازگاری منفی دستگاه اسکلتی با نیازهای حرکتی و مهارتی ورزشکاران، به ویژه در ورزشکاران قهرمانی و حرفه‌ای، موضوع مهم و قابل مطالعه‌ای است (واتینکز، ۲۰۰۹). زیرا که معمولاً ورزشکاران هر رشته ورزشی بر روی فعالیت‌ها و اعمالی تأکید می‌کنند که از لحاظ فیزیولوژیکی و بیومکانیکی بیشترین شباهت را به آن رشته‌ی خاص دارد که این مسأله به دلیل اجرای تمرینات بدنی سخت و اجرای الگوهای حرکتی اختصاصی و مستمر، می‌تواند باعث ایجاد عدم تعادل عضلانی ظاهری و بعضاً داخلی و تغییر در ساختار اسکلتی ورزشکاران شود (واتینکز، ۲۰۰۹؛ لطافت کار، دانشمندی، حدادنژاد، عبدالوهابی، ۲۰۰۹). جنیور و همکاران (۲۰۰۴) در تأیید این فرضیه 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.

تمرینات ویژه‌ی رشته ورزشی کاراته می‌تواند نمونه‌ی بارزی از این قبیل تمرینات باشد، به طوری که، در حین اجرا، کاراته‌کا تغییر جهت‌های سریع، شروع، توقف و فرودهای فراوانی را به طور مکرر تجربه می‌کند (کاتیچ، بلاژیویچ، کروسستولویچ، مولیچ، ۲۰۰۵). تمرینات و مسابقات کاراته عمدتاً در سالن‌های ورزشی با سطح پوشش تاتمی (نوعی پد نرم) انجام می‌شود (ژئونار، لوتانسکاک، روگلی، سیرا، وسپالک، ۲۰۱۲). ژئونار و همکاران^۱ (۲۰۱۲) مداخله‌ی بین تاتمی و ساختار پا را به دو صورت فرض کردند؛ آنان بیان کردند، از یک طرف، تحرک بر یک سطح با ثبات نسبتاً کم ممکن است منجر به تقویت عضلات کف پا شود، از طرف

دیگر تماس‌های مکرر بین تاتمی و کف پا ممکن است بر قوس‌های حمایتی پا تأثیر بگذارد و در نهایت منجر به کمبود محرک برای درگیری فعال عضلات حمایت‌کننده قوس پا شود. شاید به همین دلیل است که قوس کف پای غیرطبیعی از ناهنجاری‌های شایع در بین کاراته‌کاهای نخبه می‌باشد (دادگر، صاحب‌الزمانی، ۲۰۱۰)؛ زیرا که، از جمله علل کف پای صاف و کف پای گود در ورزشکاران عدم تعادل و هماهنگی میان انعطاف‌پذیری و قدرت در عضلات کف پای یا عضلات ساق پا می‌باشد (دانشمندی، عزیزاده، قراخانلو، ۲۰۰۸).

یکی از حوزه‌هایی که اخیراً توجه بسیاری از محققان را در برنامه‌های کاربردی مربوط به پزشکی و ورزشی به خود جلب کرده است، تجزیه و تحلیل توزیع فشار کف پای می‌باشد. اندازه‌گیری توزیع فشار کف پا، یکی از روش‌های متداول و جدید است که ضمن مشخص کردن بدشکلی‌های ساختاری پا، عملکرد پا را در شرایط ایستا و پویا به خصوص هنگام راه رفتن به صورت کمی بررسی می‌کند (فرث، تورنر، اسمیت، وودبورن، هیلول، ۲۰۰۷). طراحی کفی کفش (هانگ، زای، تای، ۲۰۰۴)، تجزیه و تحلیل عملکرد ورزشی و حرکات در کنترل تعادل، بیومکانیک ورزش‌ها، پیشگیری از آسیب (بناتو، ۲۰۰۳؛ عبدالهادی، علاءدین، رزول، یورفدین، ۲۰۱۰) و تشخیص بیماری‌ها (رودگرز، ۱۹۸۸) نمونه‌هایی از کاربرد این حوزه است. توزیع نامناسب نیروهای کف پای و هر گونه تغییر در الگوی توزیع فشار کف پای سبب ظهور حرکات غیر طبیعی و اعمال استرس در ساختار پا شده و بنابراین در بروز بدشکلی‌های پا و اختلال در عملکرد عضلات مؤثر است و احتمال آسیب بافت‌های نرم و عضلات پا و بروز درد را افزایش می‌دهد (مائو، لی، هانگ، ۲۰۰۶؛ نون، مولر، ۲۰۰۱؛ اورلین، مکپولی، ۲۰۰۰؛ بورن فیلد، فیو، محمد پری، ۲۰۰۴). بحث مربوط به تقارن در راه رفتن افراد سالم یکی از مباحث بنیادی در بیومکانیک راه رفتن بوده و با وجود اینکه نزدیک به دو دهه از ظهور این نظریه می‌گذرد، هنوز هم موضوعی چالش برانگیز است. تعیین تقارن بین دو اندام طی راه رفتن، در حوزه‌های مختلفی از جمله ساخت اندام مصنوعی، طراحی برنامه تمرینی و بازتوانی و همچنین دقت در انتخاب اندام برای اندازه‌گیری اطلاعات کاربرد دارد. از این رو محققین مختلف از جنبه‌های آسیب‌شناسی به اثر بیماری‌های مختلف از جمله فلج مغزی (شیگر، کودری،

دلیل داشتن زمان بارگیری بیشتر، فشار بیشتری را متحمل می‌شوند. از معدود مطالعات دیگری که در حوزه‌ی ورزش انجام شده، می‌توان به مطالعه‌ای که توسط مائو و همکاران (۲۰۰۶) بر ورزشکاران رزمی کار رشته‌ی تای‌چی انجام دادند نام برد. آنها متوجه شدند که در طی حرکات تای‌چی، بارگیری در سر استخوان‌های کف‌پایی و انگشت بزرگ، بزرگتر از دیگر نواحی است. صفائی پور، ابراهیمی، سعیدی و کمالی (۲۰۰۸) در مطالعه‌ای که بر روی افراد بزرگسال سالم انجام دادند، مشاهده کردند که مناطق پاشنه، سرهای استخوان‌های کف پایي دوم و سوم و انگشت شست دارای بیشترین فشار حین راه‌رفتن بوده و کمترین فشار بر انگشت دو تا پنج و ناحیه میانی پا متحمل می‌شد.

اگرچه مطالعات زیادی تأثیر عوامل ساختاری مانند سن، شاخص توده بدن و یا کاربرد دستگاه‌های متفاوت در اندازه‌گیری فشار را مورد بررسی قرار داده‌اند، اما با وجود تلاش محققان گزارش‌های بسیار اندکی در خصوص توزیع فشار کف پا در رشته‌های ورزشی به ویژه رشته کاراته وجود دارد، ضمن اینکه هیچ تحقیقی یافت نشد که تقارن در پارامترهای توزیع فشار کف پایي در رشته کاراته‌کاران را مورد بررسی قرار داده باشد لذا اطلاعات در ارتباط با دامنه استاندارد فشار به علت مطالعات کم در این زمینه به‌طور مشخص در دسترس نیست. از این‌رو هدف از تحقیق حاضر بررسی تقارن پارامترهای منتخب توزیع فشار کف‌پایی حین راه رفتن در پای جلو و عقب کاراته‌کاهان نخبه مرد می‌باشد.

مواد و روش

بررسی حاضر از نوع توصیفی تحلیلی بوده و جامعه آن شامل کلیه ورزشکاران کاراته‌کار نخبه در این رشته می‌باشد. لازم به ذکر است در مطالعه حاضر بر اساس تعریف کاراته‌کار نخبه^۲ و با در نظر گرفتن حجم کاراته‌کاران نخبه، ۱۵ نفر کاراته‌کار مرد که سابقه حضور در تیم ملی کاراته یا سوپر لیگ کاراته را داشتند نخبه در نظر گرفته شده و به صورت در دسترس انتخاب شدند. ۴ کاراته‌کار به علت عدم علاقه شخصی به شرکت در آزمون، کنار گذاشته شدند، در ابتدا هدف کلی و روش انجام مطالعه به منظور اطلاع پیدا کردن افراد از همه‌ی مراحل برای آنها شرح داده شد؛ در

اسکولز، (۱۹۸۱)، سکت (پترسون و همکاران، ۲۰۰۸)، قطع اندام (پرینس، الارد، ترین، مک‌فدین، ۱۹۹۲) و کوتاهی اندام تحتانی (پریا، سیلوا، ساکو، ۲۰۰۶) روی عدم تقارن راه‌رفتن پرداخته‌اند.

علی‌رغم اینکه در حیطه‌ی ورزش، مطالعات اندکی را می‌توان یافت که توزیع فشار کف پا و بحث تقارن در این حوزه را مورد بررسی قرار داده باشند، اما تحقیقات زیادی نحوه‌ی توزیع فشار کف پایي را در افراد عادی مشخص کرده‌اند. جرمو (۲۰۰۲) در مطالعه‌ای نتایج ۱۲ پژوهش که به این مهم پرداخته بودند را مورد بررسی قرار داد، نتایج این پژوهش حاکی از این بود که در همه مطالعات انجام شده حداکثر فشارها در ناحیه پاشنه، جلوی پا و انگشت بزرگ بوده در حالی که کمترین فشارها زیر ناحیه میانی پا و انگشت خارجی معرفی گردید. لازم به ذکر است بر اساس این اطلاعات، بیشترین فشارها در ناحیه پاشنه در اوایل فاز سکون^۱ و حداکثر فشارها زیر سر استخوان‌های کف‌پایی در اواخر فار رخ می‌دهد.

تئودور و پیتیر (۲۰۱۴) از معدود افرادی بودند که به بررسی این مهم در حوزه‌ی ورزش پرداختند، آنها در سال ۲۰۱۴ در مطالعه‌ای با عنوان ارتباط بین فشار کف‌پایی و سرعت ضربه در رشته کاراته، متوجه شدند که ارتباط مستقیمی بین سرعت ضربه و فشار کف‌پایی وجود دارد، به طوری که اگر یکی از آنها کاهش یابد، دیگری نیز کاهش خواهد یافت و اگر یکی از آنها افزایش یابد، دیگری نیز افزایش خواهد یافت. فرجاد پزشکی و همکاران (۲۰۱۳) تقارن در توزیع فشار کف‌پایی و نیروی عکس‌العمل عمودی زمین در اندام غالب و غیرغالب افراد سالم را مورد بررسی قرار دادند، آنها هیچ‌گونه تفاوت معناداری را در الگوی توزیع فشار پای غالب و غیرغالب مشاهده نکردند. زئونار و همکاران (۲۰۱۲) در مطالعه‌ای با عنوان تأثیر ورزش‌های رزمی بر وضعیت فشار کف‌پایی با مشاهده اختلاف معنادار در فشار زیر انگشتان بزرگ نتیجه گرفتند که انگشتان در کاراته‌کارانی که بر روی 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 کف‌پایی به

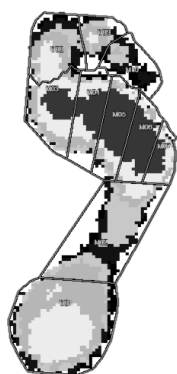
۲. افرادی که در رشته ورزشی کاراته به سطحی از مهارت رسیده‌اند که قابلیت حضور در تیم ملی یا حداقل سوپر لیگ کاراته را دارند (موسوی، فرهادی، ۲۰۱۳).

روا^۱ که توسط خود دستگاه اعلام می‌شد باید به گونه‌ای گام‌های خود را برمی‌داشت که در کمتر از پنج ثانیه گام سوم بر صفحه اندازه‌گیری قرار می‌گرفت). چنانچه آزمودنی، بدون تغییر در الگوی طبیعی راه رفتن پای خود را در مرکز پلت فرم قرار می‌داد، این تکرار به‌عنوان تکراری موفق از او به ثبت می‌رسید. لازم به ذکر است به دلیل کوچک بودن ابعاد صفحه، آزمودنی هنگام راه رفتن یک پای خود را می‌توانست بر صفحه اندازه‌گیری قرار دهد. ۵ تکرار موفق برای هر دو پای آزمودنی‌ها به ثبت رسید از این ۵ گام، گام اول به دلیل اینکه ممکن است فرایند آشناسازی فرد با محیط بر الگوی گام‌برداری او تأثیر بگذارد و گام پنجم هم به دلیل اینکه ممکن است فرایند خستگی بر الگوی فشار آزمودنی‌های تحقیق اثر بگذارد، از مجموعه اطلاعات حذف شدند و تنها سه گام میانی برای آنالیزهای بعدی به کار گرفته شد. اطلاعات مربوط به نحوه توزیع فشار کف پای سه گام انتخاب شده برای هر پا با استفاده از نرم‌افزار Average میانگین‌گیری شد و سپس با استفاده از نرم‌افزار Auto mask اطلاعات میانگین‌گیری شده برای هر پا به ۱۰ ناحیه تقسیم شد. ناحیه‌های استفاده شده عبارت بودند از: M01 قسمت عقب پا (پاشنه)، M02 قسمت میانی پا، M03، M04، M05، M06، M07 به ترتیب استخوان‌های کف پای اول تا پنجم، M08 انگشت بزرگ، M09 دومین انگشت، M10 انگشتان سوم، چهارم و پنجم. پارامترهایی که برای هر ناحیه با استفاده از نرم‌افزار multi mask evaluation محاسبه شدند شامل حداکثر نیرو (%BW)، اوج فشار (Kpa)، سطح تماس (cm²)، زمان تماس (ms)، بود.

صورت مایل بودن فرد به شرکت در مطالعه، پس از امضای فرم رضایت نامه معاینات لازم انجام می‌پذیرفت. هر فرد در صورت نداشتن معیارهای خروج به‌عنوان آزمودنی انتخاب می‌شد. معیارهای خروج افراد شامل: عدم وجود صدمات حاد و یا صدمات ناشی از استرس‌های مکرر و جراحی استخوان در اندام‌های تحتانی طی حداقل ۶ ماه گذشته، عدم وجود اختلالات عصبی یا هر گونه آسیب در پا که باعث تغییر الگوی راه رفتن شود و عدم وجود اختلاف طول در اندام تحتانی بود. سپس اطلاعات مورد نیاز از طریق سوالات حضوری و پرسش نامه توسط آزمونگر ثبت گردید.

اندازه‌گیری فشار کف پای

برای اندازه‌گیری فشار کف پای از صفحه اندازه‌گیری پخش فشار کف پای emed1، مدل med at 2 ساخت شرکت Novel کشور آلمان استفاده شد. این صفحه دارای ابعاد ۶۹۰×۴۰۳×۱۹(۲۲) میلی‌متر، سطح فعال حسگری به مساحت ۴۷۵×۳۲۰ میلی‌متر، تعداد حسگر ۶۰۸۰ و فرکانس نمونه‌گیری ۱۰۰ تا ۴۰۰ هرتز می‌باشد. صفحه اندازه‌گیری در مرکز راهرویی به طول ۱۰ متر قرار گرفت. قراردادن صفحه در مرکز راهرو موجب شد تا اندازه‌گیری به طبیعی‌ترین حالت ممکن انجام شود. بنابراین، اثر هرگونه شتاب‌گیری و کاهش شتاب در آغاز و پایان فعالیت به حداقل می‌رسید (پوتی، آرنولد، کوکران، ابود، ۲۰۰۸). سپس از آزمودنی خواسته شد تا با سرعت طبیعی در طول مسیر راهرو راه برود (سرعت راه رفتن آزمودنی‌ها به این صورت کنترل می‌شد، که فرد ابتدا با فاصله دو گام با صفحه اندازه‌گیری قرار می‌گرفت، سپس به محض شنیدن صدای



- ۱- پاشنه پا
- ۲- قسمت میانی پا
- ۳- استخوان کف پای اول
- ۴- استخوان کف پای دوم
- ۵- استخوان کف پای سوم
- ۶- استخوان کف پای چهارم
- ۷- استخوان کف پای پنجم
- ۸- انگشت شست
- ۹- انگشت دوم
- ۱۰- انگشتان سوم، چهارم و پنجم

شکل ۱: موقعیت ۱۰ مسک در کف پا

تجزیه و تحلیل آماری

از آمار توصیفی (میانگین و انحراف استاندارد) جهت نمایش میانگین و پراکندگی پارامترهای مختلف در ۱۰ ناحیه و از آزمون آماری تی وابسته نیز در سطح معناداری ($p \leq 0.05$) برای مقایسه‌ی پارامترهای استخراج شده از هر ناحیه در پای جلو و عقب استفاده شد. کلیه عملیات آماری با نرم‌افزار SPSS (نسخه ۱۶) انجام گرفت.

یافته‌ها

بر اساس اطلاعات ارائه شده در جدول (۱) که مربوط به ویژگی‌های فردی آزمودنی‌ها است میانگین سن افراد شرکت‌کننده در آزمون ۲۴/۶۷ سال، میانگین قد ۱۷۸/۵۵ سانتی‌متر، میانگین وزن ۷۳/۹۱ کیلوگرم و میانگین شاخص توده بدنی آنها ۲۳/۰۳ بود.

برای تعیین تقارن در پارامترهای منتخب دو پا (اوج فشار، حداکثر فشار، سطح تماس و زمان تماس) از شاخص تقارن (SI%) با معادله‌ی زیر استفاده شد (معمار، فرجاد پزشکی، قاسم‌پور، شیرازی، ۲۰۱۲؛ هرزاگ، نیگ، رد، اولسون، ۱۹۸۹):

$$SI\% = \frac{(X2 - X1)}{0.5 \times (X2 + X1)}$$

در این فرمول منظور از X2 متغیر پایی است که بر اساس گزارش خود فرد، و نوع گاردی که هنگام مسابقه اتخاذ می‌کرد عقب‌تر قرار می‌گرفت و X1 متغیر پایی است که فرد در هنگام مسابقه به‌طور غالب جلوتر از پای دیگری قرار می‌داد. تقارن ایده‌آل بین دو پا با استفاده از شاخص تقارن مساوی صفر مشخص می‌شود و چنانچه شاخص تقارن بیش از ۱۰ درصد شود بین آن متغیر در پای جلو و عقب عدم تقارن خواهد بود. علامت مثبت (+) نشان‌دهنده‌ی بزرگتر بودن متغیر در پای عقب و علامت منفی (-) نشان‌دهنده‌ی بزرگتر بودن متغیر در پای جلو است.

جدول ۱: ویژگی‌های فردی آزمودنی‌ها

پارامتر	میانگین	انحراف استاندارد
قد (سانتی‌متر)	۱۷۸/۵۵	۵/۲۶
وزن (کیلوگرم)	۷۳/۹۱	۶/۲۴
سن (سال)	۲۴/۶۷	۲/۴۱
شاخص توده بدنی	۲۳/۰۳	۳/۱۵

عقب، در انگشتان سوم تا پنجم (ناحیه ۱۰) تمام پارامترهای پای عقب نسبت به پای دیگر بیشتر است.

اطلاعات مربوط به پارامترهای مختلف توزیع فشار پای جلو و عقب کاراته‌کاران نخبه به ترتیب در جدول‌های ۲ و ۳ و نتایج حاصل از آزمون تی وابسته ($P \leq 0.05$) برای پارامترهای منتخب هر دو پای جلو و عقب و شاخص تقارن هر دو پا در پارامترهای توزیع فشار در جدول ۴ ارائه شده است.

نتایج حاصل از آزمون تی وابسته، به جز حداکثر نیرو در ناحیه‌های ۳ و ۴ و حداکثر فشار در ناحیه ۴، هیچ‌گونه اختلاف معناداری بین سایر پارامترها نشان نداد.

اطلاعات به‌دست آمده از شاخص تقارن نشان می‌دهد که در ناحیه استخوان کف پایی اول (ناحیه ۳) و استخوان کف پایی دوم (ناحیه ۴) حداکثر نیرو و حداکثر فشار پای جلو، در قسمت میانی پا (ناحیه ۲)، حداکثر نیروی پای جلو، در ناحیه شست (ناحیه ۸) حداکثر نیروی پای عقب، در استخوان کف پایی پنجم (ناحیه ۷) حداکثر فشار پای

جدول ۲: میانگین و انحراف استاندارد حداکثر نیرو، حداکثر فشار، سطح تماس، زمان تماس در ۱۰ ناحیه پای جلو کاراته کاران نخبه

۱۰ ناحیه در پای جلو										پارامتر
میانگین (انحراف استاندارد)										
۱۰	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱	
۲/۹۴	۴/۳۸	۱۶/۹۶	۷/۴۳	۱۶/۶۸	۲۴/۸۸	۲۲/۹۳	۲۰/۱۱	۱۹/۴۹	۶۴/۳۴	حداکثر نیرو (%BW)
(۱/۶۹)	(۱/۷۹)	(۷/۶۶)	(۱/۷)	(۲/۳۱)	(۵/۰۰)	(۳/۱۳)	(۵/۰۱)	(۱۵/۱۰)	(۹/۸۷)	
۷۳/۶۴	۱۴۳/۶۳	۲۵۱/۳۶	۲۰۷/۲۷	۲۳۴/۰۹	۲۸۴/۰۹	۲۹۹/۰۹	۲۲۸/۶۳	۱۲۴/۵۴	۲۵۰/۹۰	حداکثر فشار (Kpa)
(۴۱/۲۹)	(۲۱/۳۱)	(۸۹/۵۵)	(۷۶/۲۳)	(۵۳/۰۹)	(۴۶/۳۶)	(۴۶/۰۳)	(۷۵/۹۳)	(۵۹/۱۶)	(۵۲/۶۷)	
۷/۰۶	۵/۶۳	۱۳/۷۹	۶/۳	۱۱/۲۸	۱۳/۵۷	۱۲/۲۰	۱۵/۱۸	۲۶/۴۸	۳۸/۹۸	سطح تماس (cm ²)
(۳/۱۷)	(۱/۲۶)	(۱/۲۴)	(۱/۰۶)	(۱/۵۰)	(۱/۶۲)	(۱/۶۴)	(۱/۹۱)	(۱۰/۳۱)	(۳/۷۳)	
۴۲۴/۷۰	۴۴۲/۱۶	۵۴۳/۲۳	۶۱۰/۴۶	۶۴۸/۹۸	۶۵۶/۲۵	۶۲۴/۸۱	۶۱۰/۸۳	۵۲۳/۰۲	۴۹۱/۰۶	زمان تماس (ms)
(۱۷۳/۱)	(۱۲۹/۳)	(۱۲۳/۴۱)	(۸۱/۱۸)	(۸۳/۹۶)	(۹۰/۱۲)	(۸۷/۷۱)	(۸۴/۴۷)	(۱۰/۱۹)	(۸۸/۵۸)	

جدول ۳: میانگین و انحراف استاندارد حداکثر نیرو، حداکثر فشار، سطح تماس، زمان تماس، در ۱۰ ناحیه پای عقب کاراته کاران نخبه

۱۰ ناحیه در پای عقب										پارامتر
میانگین (انحراف استاندارد)										
۱۰	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱	
۳/۷۷	۴/۳۷	۱۸/۵۵	۷/۸۶	۱۷/۵۷	۲۴/۳۴	۲۰/۱۴	۱۷/۲۸	۱۵/۳۸	۶۱/۶۲	حداکثر نیرو (%BW)
(۱/۷۸)	(۱/۶۰)	(۶/۷۰)	(۲/۳۳)	(۲/۸۷)	(۳/۵۶)	(۱/۷۴)	(۵/۶۷)	(۱۰/۹۶)	(۱۰/۴۲)	
۷۳/۶۴	۱۳۷/۷۲	۲۷۳/۱۸	۲۳۹/۰۹	۲۵۶/۸۱	۲۷۱/۸۱	۲۶۹/۵۴	۲۱۱/۸۱	۱۱۴/۵۴	۲۷۵/۴۵	حداکثر فشار (Kpa)
(۲۰/۲۵)	(۴۷/۷۱)	(۱۳/۶۵)	(۱۰/۱۰۴)	(۶۶/۴۱)	(۴۹/۹۶)	(۳۹/۲۷)	(۹۸/۳۴)	(۲۹/۲۸)	(۱۰/۶/۶)	
۷/۷۵	۵/۲۳	۱۳/۶۴	۶/۷۰	۱۱/۳۷	۱۳/۵۶	۱۲/۰۱	۱۴/۴۴	۲۷/۴۲	۳۹/۲۲	سطح تماس (cm ²)
(۲/۶۶)	(۱/۱۲)	(۱/۵۷)	(۰/۷۰)	(۱/۰۶)	(۱/۴۸)	(۱/۱۵)	(۲/۰۲)	(۱۲/۲۸)	(۲۵/۵)	
۴۶۰/۱۴	۴۶۶/۸۸	۵۵۱/۳۴	۶۲۶/۶۷	۶۶۱/۹۶	۶۵۵/۱۸	۶۳۳/۷۹	۶۰۹/۰۷	۵۱۹/۹۷	۴۶۶/۹۳	زمان تماس (ms)
(۱۰۵/۶)	(۸۵/۸۷)	(۱۰۷/۳)	(۶۷/۹۵)	(۷۸/۹۹)	(۶۳/۳۳)	(۷۳/۷۲)	(۹۴/۴۲)	(۱۱۷/۱)	(۹۷/۴۰)	

جدول ۴: شاخص تقارن و سطح معناداری پارامترهای توزیع فشار کف پایی در هر دو پای جلو و عقب کاراته کاران نخبه

p-value	Symmetry Index (%)	پارامتر	p-value	Symmetry Index (%)	پارامتر
۰/۱۵	** -۲۲	حداکثر نیرو (%BW)	۰/۳۱	-۴	حداکثر نیرو (%BW)
۰/۴۴	-۳	حداکثر فشار (Kpa)	۰/۴۱	+۶	حداکثر فشار (Kpa)
۰/۴۶	-۲	سطح تماس (cm ²)	۰/۷۹	+۲	سطح تماس (cm ²)
۰/۸۲	-۱	زمان تماس (ms)	۰/۲۳	-۵	زمان تماس (ms)
* ۰/۰۰۵	** -۱۲	حداکثر نیرو (%BW)	* ۰/۰۴	** -۱۷	حداکثر نیرو (%BW)
* ۰/۰۵	** -۱۰	حداکثر فشار (Kpa)	۰/۳۰	** -۱۱	حداکثر فشار (Kpa)
۰/۶۱	-۱	سطح تماس (cm ²)	۰/۱۲	-۵	سطح تماس (cm ²)
۰/۴۸	+۲	زمان تماس (ms)	۰/۸۸	۰	زمان تماس (ms)



۰/۲۴	+۴	حداکثر نیرو (BW%)		۰/۶۵	-۱	حداکثر نیرو (BW%)	
۰/۱۴	+۹	حداکثر فشار (Kpa)	ناحیه ۶	۰/۳۱	-۴	حداکثر فشار (Kpa)	ناحیه ۵
۰/۶۸	+۱	سطح تماس (cm ²)		۰/۹۵	۰	سطح تماس (cm ²)	
۰/۲۳	+۲	زمان تماس (ms)		۰/۹۴	۰	زمان تماس (ms)	
۰/۳۸	**+۱۱	حداکثر نیرو (BW%)	ناحیه ۸	۰/۵۸	+۴	حداکثر نیرو (BW%)	ناحیه ۷
۰/۵۸	+۴	حداکثر فشار (Kpa)		۰/۰۹	**+۱۱	حداکثر فشار (Kpa)	
۰/۶۷	-۱	سطح تماس (cm ²)		۰/۲۳	+۶	سطح تماس (cm ²)	
۰/۶۵	۲	زمان تماس (ms)		۰/۱۲	+۳	زمان تماس (ms)	
۰/۱۴	**+۲۸	حداکثر نیرو (BW%)		۰/۹۹	+۱	حداکثر نیرو (BW%)	
۱/۰۰	**+۱۱	حداکثر فشار (Kpa)	ناحیه ۱۰	۰/۷۸	+۲	حداکثر فشار (Kpa)	ناحیه ۹
۰/۳۲	**+۱۸	سطح تماس (cm ²)		۰/۱۹	-۷	سطح تماس (cm ²)	
۰/۳۲	**+۱۴	زمان تماس (ms)		۰/۱۸	+۸	زمان تماس (ms)	

* = تفاوت معنادار در سطح $P \leq 0.05$

** = عدم تقارن بین پای جلو و عقب

شاید علت ناهم‌سویی این نتایج با نتایج پیترو و تئودور که حاکی از وجود ارتباط مستقیم بین حداکثر فشار پا و سرعت ضربه کاراته‌کا بود، را در روش مورد استفاده‌ی محققان قبلی دانست، زیرا که در پژوهش پیترو و تئودور با به صورت کلی در نظر گرفته شد و تقسیم‌بندی پا به ناحیه‌های مختلف، انجام نشد، به همین خاطر محققان اطلاعاتی را در مورد نحوه‌ی توزیع فشار کف پای در قسمت‌های مختلف پا ارائه ندادند. این در حالی است که در تحقیق حاضر هر پا به ده ناحیه مختلف تقسیم شد. تفسیر احتمالی مغایرت این نتایج با نتایج فرجادیپزشک و همکاران را می‌توان به متفاوت بودن نوع آزمودنی‌های دو تحقیق عنوان کرد؛ به طوری که افراد عادی (غیرورزشکار) پژوهش فرجادیپزشک و همکاران را تشکیل داده بودند، در حالی که آزمودنی‌های تحقیق حاضر کاراته‌کاران نخبه بودند. شیوه‌ی رقص پای کاراته‌کاران هنگام مبارزه و تمرین به گونه‌ای است که ۷۰ درصد از وزن کاراته‌کار بر روی پای عقب می‌باشد و پای جلو جهت سرعت بیشتر در انجام تکنیک تا حدودی آزادتر می‌باشد؛ این موضوع موجب شده است که اغلب مربیان به کاراته‌کاران تحت تعلیم خود توصیه کنند، به گونه‌ای رقص پای خود را انجام دهند که پای عقب به صورت کامل بر روی زمینه قرار گیرد اما پاشنه پای جلویی نباید با زمین تماس داشته باشد (مایتکل، ۱۹۹۴). به نظر می‌رسد قرارگیری پاهای کاراته‌کاران در دو وضعیت متفاوت در طی سالیان متمادی و انجام تمرینات با شدت و حجم

همان‌گونه که در جدول ۲ نشان داده شده است، مناطق پاشنه، انگشت شست و استخوان کف‌پایی سوم پای عقب هنگام راه رفتن بیشترین فشار و انگشتان سوم تا پنجم به همراه قسمت میانی پا کمترین فشار را متحمل می‌شوند این در حالی است که با توجه به جدول ۳ در پای جلو افراد کاراته‌کا استخوان کف‌پایی دوم، استخوان کف‌پایی سوم و انگشت شست بیشترین فشار و انگشتان سوم تا پنجم و قسمت میانی پا کمترین فشار را تحمل می‌کنند. ضمن اینکه استخوان‌های کف‌پایی سوم و چهارم در هر دو پا بیشترین مدت زمان تماس را هنگام گام برداشتن داشتند.

بحث و نتیجه‌گیری

هدف از انجام این پژوهش بررسی تقارن در پارامترهای منتخب توزیع فشار کف‌پایی ۱۱ کاراته‌کار نخبه بود. نتایج پژوهش حاضر نشان داد که حداکثر نیرو در استخوان‌های کف‌پایی اول و دوم پاهای جلو و عقب کاراته‌کاهای نخبه و حداکثر فشار در استخوان کف‌پایی دوم پاهای این افراد با هم تفاوت معناداری دارد؛ اطلاعات به دست آمده از شاخص تقارن در تکمیل این نتایج نیز نشان داد که این پارامترها در پای جلو نسبت به پای عقب بیشتر است. این یافته‌ها به همراه دیگر نتیجه حاصل از شاخص تقارن که حاکی از بیشتر بودن پارامتر حداکثر نیروی قسمت میانی پا در پای جلو بود با نتایج به دست آمده از نتایج تئودور و پیترو (۲۰۱۴) و فرجادیپزشک و همکاران (۱۳۹۲) ناهم‌سو بود.

عنوان تأثیر ورزش‌های رزمی بر وضعیت فشار کف‌پایی با مشاهده اختلاف معنادار در فشار زیر انگشتان بزرگ نتیجه گرفتند که انگشتان در کاراته‌کاهایی که بر روی سطح سفت تمرین می‌کنند نسبت به کاراته‌کاهایی که بر روی تانمی تمرین می‌کنند به علت باز شدن بیش از حد پا بر روی سطوح سفت، بیشتر درگیر می‌شود، اما در کاراته‌کاهایی که بر روی تانمی تمرین می‌کنند از آنجایی که پاشنه و استخوان‌های کف‌پایی نسبت به سایر ناحیه‌ها زمان بارگیری بیشتری دارند (در تحقیق حاضر نیز تأیید شد)، به احتمال زیاد به همان نسبت فشار و نیروی بیشتری به این نواحی وارد می‌شود. از آنجایی که ماهیت ورزش کاراته به‌گونه‌ای است که، کاراته‌کا تغییر جهت‌های سریع، شروع، توقف و فرودهای فراوانی را به‌طور مکرر تجربه می‌کند (کاتیچ و همکاران، ۲۰۰۸) و با توجه به اهمیت انگشت شست در پیشروی که توسط محققین مختلفی بیان شده است (هنینگ و میلانی، ۲۰۰۸؛ بورنفیلد و همکاران، ۲۰۰۴؛ هوگز، کلارک، کلرمن، ۱۹۹۰)، بیشتر بودن حداکثر فشار در ناحیه مربوط به این انگشت نسبت به دیگر نواحی تا حدودی قابل پیش‌بینی بود. هنینگ و میلانی (۱۹۹۳) چنین عنوان کردند که بار اعمالی بر ناحیه شست بار فعال است؛ به عبارت دیگر این محققین به نقش عضلات در بارهای اعمالی بر ناحیه شست اشاره داشته‌اند که در تأیید با نقش انگشت شست در پیشروی است و نشان می‌دهد که نیروی عکس‌العملی که در نتیجه فعالیت عضلات خصوصاً پلانتارفلکسورها در لحظه جدا شدن شست پا^۱ به زمین اعمال می‌شود، بارهای اعمالی بر شست را رقم می‌زند. دلیل بالا بودن حداکثر فشار در پاشنه و استخوان کف‌پایی سوم پای عقب را نیز می‌توان به استفاده از این پا به‌عنوان تحمل‌کننده وزن و مسئولیت این پا در جهت حفظ پایداری و آماده‌سازی برای پیشروی پای جلو ربط داد، هالمن و همکاران (۲۰۰۶) نیز در تأیید این گفته از پاشنه به‌عنوان تحمل‌کننده وزن در مرحله‌ی ابتدایی چرخه راه رفتن یاد کرده است.

نتایج تحقیق حاضر دال بر آن است که احتمالاً فشارهای مکانیکی، نیروهای کششی، شدت انقباض‌های عضلانی، و تحمل وزن بدن حین تمرین و مبارزه؛ نقش مؤثری در توزیع فشار هر دو پای کاراته‌کاهای دارد. و با توجه

بالا موجب این اختلاف شده است از این‌رو شاید یکی از مهم‌ترین دلایل اعمال فشار و نیروی بیشتر به استخوان‌های کف‌پایی در پای جلو نسبت به پای عقب را اتکا بیش از اندازه به این نواحی و استفاده از این پا به‌عنوان پای پیشروی عنوان کرد.

از دیگر نتایج حاصل از شاخص تقارن می‌توان به بیشتر بودن حداکثر نیرو در ناحیه شست، حداکثر فشار در ناحیه استخوان کف‌پایی پنجم و تمام پارامترها در انگشتان سوم تا پنجم پای عقب نسبت به پای جلو اشاره کرد. که این نتایج با نتایج پژوهش فرجادپزشک و همکاران (۱۳۹۲) ناهمسو و با نتایج پژوهش تئودور و پیتر (۲۰۱۴) همسو و تا حدودی قابل توجیه است. با توجه به اینکه، پایی که در هنگام مسابقه جلوتر قرار می‌گیرد نسبت به پای عقب‌تر، فاصله‌ای کمتری با حریف دارد به نظر می‌رسد استفاده از پای جلو جهت ضربه و استفاده از پای عقب برای تکیه‌گاه از نظر سرعت اجرای تکنیک و اقتصادی بودن حرکت نسبت به حالت عکس این مورد به صرفه‌تر خواهد بود (همیل و کوتزن، ۲۰۰۹). شاید به همین خاطر است اغلب مربیان به کاراته‌کاهای تحت تعلیم خود توصیه می‌کنند در هنگام رقص پا که یکی از اصلی‌ترین و کاربردی‌ترین تکنیک‌های کاراته می‌باشد، از پای عقب خود بیشتر به‌عنوان تحمل‌کننده اصلی وزن و از پای جلو برای پیشروی و اجرای تکنیک استفاده کنند، افضل‌پور و همکاران (۱۳۹۲) نیز علت بیشتر بودن تراکم استخوانی در پای غیربرتر کاراته‌کاهای که همان پای تکیه‌گاه این افراد می‌باشد را اعمال فشار بیشتر به این پا نسبت به پای برتر هنگام تمرین عنوان کردند. بنابراین شاید بتوان دلیل بیشتر بودن پارامترهای حداکثر نیرو و فشار پاشنه‌ی پای عقب نسبت به پای جلو را به استفاده از این پا به‌عنوان پای تکیه‌گاه نسبت داد.

نتایج حاصل از این تحقیق نیز نشان داد که مناطق پاشنه، انگشت شست و استخوان کف‌پایی سوم پای عقب و مناطق استخوان کف‌پایی دوم، استخوان کف‌پایی سوم و انگشت شست پای جلو کارته‌کا بیشترین فشار و انگشتان سوم تا پنجم و قسمت میانی در هر دو پای این کاراته‌کاهای هنگام راه رفتن کمترین فشار را متحمل می‌شوند. که این یافته‌ها با نتایج حاصل از تحقیق زئونار و همکاران (۲۰۱۲)، مائو و همکاران (۲۰۰۶) و صفائی‌پور و همکاران (۲۰۰۸) همسو بود. زئونار و همکاران (۲۰۱۲) در مطالعه‌ی خود با

ورزشکاران رشته کاراته توصیه می‌شود، جهت ایجاد تقارن بهتر پارامترهای توزیع فشار کف پای، علاوه بر بهبود قدرت و انعطاف عضلات کف‌پا، در هنگام تمرین و مبارزه، یا هنگام ریکآوری به همان نسبتی که از یک پای خود به‌عنوان پای جلو یا عقب استفاده می‌کنند از پای دیگر نیز استفاده کنند.

تشکر و قدردانی

در پایان از کلیه کاراته‌کاران شرکت‌کننده در تحقیق حاضر، جناب آقای محسن عاشوری (دبیر فدراسیون کاراته جمهوری اسلامی ایران) و پرسنل محترم کلینیک آرنگ که نهایت همکاری را داشته‌اند کمال تشکر و قدردانی را می‌نماییم.

به قرارگیری مکرر پاهای جلو و عقب کاراته‌کاها در وضعیت‌های متفاوت و نیز حرکت مفاصل دو پا در دامنه حرکتی متفاوت به‌صورت طولانی‌مدت و از آنجایی‌که تمرینات و مبارزات رشته کاراته به‌صورت پا برهنه انجام می‌شود (کاتیچ و همکاران، ۲۰۰۸) به نظرمی‌رسد انجام این ورزش در دراز مدت تغییراتی را بر راه رفتن کاراته‌کاها، بویژه بر نحوه توزیع فشار کف‌پایی این افراد تحمیل خواهد کرد. با توجه به شیوع بالای آسیب اندام تحتانی در کاراته‌کاران (رحیمی و همکاران، ۲۰۰۹) و تأثیر توزیع فشار کف پای نامطلوب بر عدم تعادل هنگام پرش و فرود و آسیب‌های اندام تحتانی (ناواتا و همکاران ۲۰۰۵) به‌نظر می‌رسد جهت پیشگیری از آسیب این ورزشکاران، برطرف کردن عدم تقارن در توزیع فشار کف پای امری ضروری است که مستلزم تحقیقات بیشتر در آینده می‌باشد. به

References

- Abdul Hadi A, Aladin Z, Rezaul K and Yufridin W. (2010). Foot Plantar Pressure Measurement System: A Review. *Sensors*. 12(7):9884-9912.
- Afzalpour M, Kaviani Najafabadi R, Ehsanbakhsh A.(2013). [The comparison of the bone mineral density and content between dominant & nondominant limb in elite males Karate practitioners of southern Khorasan.] *Journal of Practical Studies of Biosciences in Sport*.1(1): 44-57.(In Persian)
- Bonato P. (2003). Wearable sensors/systems and their impact on biomedical engineering. *IEEE ENG MED BIOL*. 22:18-20.
- Burnfield JM, FewCD, Mahamed DS, Perry J. (2004). The influence of walking speed and footwear on plantar pressure in older adults. *Clin Biomech*. 19:78-84.
- Dadgar H, Sahebozamani M. (2011). [Evaluation of sole arch index and non-contact lower-extremity injury rates in male karateka.] *Journal of Research in Rehabilitation Sciences*.7(1):1-8(In Persian)
- Daneshmani H, Alizadeh M.H, Gharakhanlou R. (2013). [Corrective Exercises.] 8rd Edition. Tehran. SAMT..PP:7-125.(In Persian)
- Farjad Pezeshk A, Sadeghi H, Farzadi M.(2013). [Comparison of Plantar Pressure Distribution and Vertical Ground Reaction Force between Dominant and None-Dominant Limb in Healthy Subjects Using Principle Component Analysis (PCA) Technique.] *Journal of Rehabilitation*. 14(1):97-108.(In Persian)
- Firth J, Turner D, Smith W, Woodburn J, Helliwell P. (2007). The validity and reliability of Pressure Stat for measuring plantar foot pressures in patients with rheumatoid arthritis. *Clin Biomech (Bristol, Avon)* . 22(5):603-6.
- Halleman A, De Clercq D, Van Dongen S, Aerts P. (2006). Changes in foot-function parameters during the first 5months after the onset of independent walking: a longitudinal follow-up study. *Gait Posture*. 23(2):142-8.
- Hamill, K M. Knutzen. (2009). *Biomechanical Basis of Human Movement*, 3rd Edition. 311-312.
- Hennig EM, Milani TL. (2008). Die Dreipunktunterstützung des Fußes. *Zeitschrift für Orthopädie und ihre Grenzgebiete*. 131 (03): 279-84.
- Herzog W, Nigg BM, Read L, Olsson E. (1989). Asymmetries in ground reaction force patterns in normal human gait. *Med Sci Sports Exerc*. 21(1): 110-14.
- Hughes J, Clark P, Klenerman L. (1990). The importance of the toes in walking. *Journal of Bone & Joint Surgery, British Volume*. 72(2): 245-51.
- Hung K, Zhang Y, Tai B. (2004). Wearable Medical Devices for Tele-Home Healthcare. *Engineering in Medicine and Biology Society(IEMBS)*. 2:5384-87.
- Jarmo P. (2002). Foot loading in normal and pathological walking. *Jyväskylä:MS Thesis. University of Jyväskylä*. PP:26.
- Jnoior JN, Pastre CM, Monteiro HL. (2004). Postural alterations in male Brazilian athletes who have participated in international muscular power competitions. *Rev Bras Med Esporte*. 10(3): 199-201.
- Katić R, Blazević S, Krstulović S, Mulić R. (2005). Morphological structures of elite Karateka and their

- impact on technical and fighting efficiency. *Coll Antropol.* Jun; 29(1):79-84.
- Kwon OY, Mueller MJ. (2001). Walking patterns used to reduce forefoot plantar pressures in people with diabetic neuropathies. *Phys Ther.* 81(2): 828-35.
- Letafatkar A, Daneshmandi H, Hadadnezhad M, Abdolvahabi Z. (2010). [Advanced Corrective Exercises: From Theory to Application.] 3rd Edition. Tehran. Avaye Zohor Publication. PP:282. (In Persian)
- Mao de W, Li JX, Hong Y. (2006). Plantar pressure distribution during Tai Chi exercise. *Arch Phys Med Rehab.* 87(6): 814-20.
- Memar R, Farjad Pezeshk A, Ghasempour H, Sirazikhah M. (2012). [Symmetry parameters of plantar pressure distribution of the elderly with a short leg.] *Iranian Journal of ageing.* 7(26): 38-44. (In Persian)
- Mitchell D. (1994). *Know The game Karate.* Dabaghian Gh. second edition. Qom. Sepehr Andishe. PP: 41. (Persian Translator)
- Mousavi NH, Farhadi H. (2013). comparison of anthropometric and physiological characteristics of elite cycling and karate athletes. *Annals of Biological Research.* 3(1):628-31.
- Nawata K, Nishihara S, Hayashi I, Teshima R. (2005). Plantar pressure distribution during gait in athletes with functional instability of the ankle joint: preliminary report. *J Orthop Sci.* 10(3):298-301.
- Orlin MN, McPoil TG. (2000). Plantar pressure assessment. *Phys Ther.* 80(4):399-409.
- Patterson KK, Parafianowicz I, Danells CJ, Closson V, Verrier MC, Staines WR, et al. (2008). Gait asymmetry in community-ambulating stroke survivors. *Arch Phys Med Rehabil.* 89 (2): 304-10.
- Pereira CS, Silva JGM, Sacco ICN. (2006). Effects of mild leg length discrepancy on vertical ground reaction forces in running. *Journal of Biomechanics.* 39: 544.
- Prince F, Allard P, Therrien RG, McFadyen BJ. (1992). Running gait impulse asymmetries in below-knee amputees. *Prosthet Orthot Int.* 16 (1):19-24.
- Putti AB, Arnold GP, Cochrane LA, Abboud RJ. (2008). Normal pressure values and repeatability of the Emed ST4 system. *Gait & Posture.* 27(3): 501-5.
- Rahimi M, Halabchi F, GHasemi GH, Zolaktaf V. (2009). [Prevalence of karate Injuries in Professional Karate Ka in Isfahan. Aja University of Medical Science.] 7(23):201-207. (In Persian)
- Rodgers M. (1988). Dynamic biomechanics of the normal foot and ankle during walking and running. *Phys Ther.* 68:1822-1830.
- Safaei Pour Z, Ebrahimi E, Saeidi H, Kamali M. (2008). [Plantar pressure distribution in healthy adults during standing and walking. *Journal of rehabilitation.*] 2(10):8-15. (In Persian)
- Scott G, Menz HB, Newcombe L. (2007). Age-related differences in foot structure and function. *Gait Posture.* 26(1):68-75.
- Seeger BR, Caudrey DJ, Scholes JR. (1981). Biofeedback therapy to achieve symmetrical gait in hemiplegic cerebral palsied children. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation.* 62 (8): 364.
- Teodoru M, Petre R. (2014). Correlation between Plantar Pressure and Striking Speed in Karate-do. *Procedia - Social and Behavioral Sciences.* 117:357-360.
- Twomey D, McIntosh AS, Simon J, Lowe K, Wolf SI. (2010). Kinematic differences between normal and low arched feet in children using the Heidelberg foot measurement method. *Gait Posture.* 32(1):1-5.
- Watinks J. (2009). *Structure and Function of the Musculoskeletal System.* Dabidy Roshan V. first edition. Tehran. Omid Danesh. PP: 603-6. (Persian Translator)
- Zvonar M, Lutonskac K, Reguli Z, Sebera M, Vespalec T. (2012). Influence of combative sports on state of plantar pressure. *Journal of Martial Arts Anthropology.* 12(1):30-35.