مقایسهٔ الگوی توزیع فشار کف پایی بین پای راست و چپ و ارتباط آنها با قد و وزن در کشتی‌گیران

رغد معمار[۱]، شیوا نوری[۲]*

۱. استادیار بیومکانیک ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه خوارزمی

۲. کارشناسی ارشد بیومکانیک ورزشی، باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد اسلام آباد غرب، دانشگاه آزاد اسلامی

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۳/۹/۲۵ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۵/۱/۳۰

چکیده

با توجه به این احتمال که فعالیت‌های ورزشی تغییراتی در توزیع پارامترهای مختلف فشار کف پایی در حین گام‌برداری به وجود می‌آورند، هدف مطالعهٔ حاضر مقایسهٔ الگوی توزیع فشار کف پایی بین پای راست و چپ و ارتباط آنها با پارامترهای آنتروپومتریک است. بدین‌منظور، ۱۰ کشتی‌گیر نخبه با میانگین و انحراف استاندارد سنی ۳/۳۳±۲۳/۶ سال، قد ۷/۶۷±۱۷۳/۵ سانتی‌متر و جرم: ۲۱/۸±۸۳/۳ کیلوگرم در این مطالعه بصورت داوطلبانه مشارکت کردند. از دستگاه EMED-AT2 برای تحلیل فشار کف پایی، از آمار پارامتریک روش تی زوجی جهت مقایسهٔ پارامترها بین پای راست و چپ و از روش پیرسون برای تعیین همبستگی بین متغیرها استفاده شد. تنها در پارامتر سطح تماس در ناحیهٔ ۴ بین پای راست و چپ اختلاف معنادار یافت شد (ES=۰/۰۳، p≤۰/۰۵). بین تمامی پارامترها با قد و جرم همبستگی مثبت و معنادار یافت شد (p≤۰/۰۱ ، p≤۰/۰۵) و تنها در نواحی پاشنه همبستگی بین حداکثر نیرو در پای راست با قد (پاشنه داخلی r^2=۰/۴۵، پاشنهٔ خارجی r^2=۰/۶۸) و جرم (پاشنهٔ داخلی ۵۶ /۰ r^2، پاشنهٔ خارجی r^2=۰/۸) و در پای چپ با قد (پاشنهٔ خارجی r^2=۰/۵۳) و جرم (پاشنهٔ خارجی r^2=۰/۵۵) معکوس شد (p≤۰/۰۵). با توجه به فقدان اختلاف معنادار در پارامترهای مختلف فشار کف پایی بین پای راست و چپ می‌توان ادعا کرد، در ورزش کشتی تقاضای عملکردی پاها یکسان است. همچنین، این پژوهش نتایج تحقیقات گذشته را مبنی بر فقدان پای غالب در رشتهٔ کشتی تأیید کرد.

کلیدواژه‌ها: پدوباروگرافی، کشتی، نخبه، کف پا.

Comparison of plantar pressure distribution between the right and left foot and their correlation with height and weight at wrestlers

Memar, R[1]., Noori, Sh[2].

1. Assistant Professor, Sports Biomechanic, Faculty of Physical Education and Sport Sciences Kharazmi University, Iran
2. Master in Biomechanics of Sport, Young Researchers Club And Elite, Eslamabad-E-Gharb Branch, Islamic Azad University, Eslamabad-E-Gharb, Iran

Abstract

Since, sports activities are likely to be changes in various parameters of plantar pressure distribution during walking to create, This study compared patterns of plantar pressure distribution between right and left feet and their relationship with anthropometric parameters. 10 elite wrestler with the average and standard deviation of age: 23.6±3.33 yrs, height: 173.5±7.67 cm and mass: 83.3±21.8 kg voluntarily participated as subjects in this study. EMED-AT2 System for plantar pressure analysis, of parametric statistical methods paired t-test to compare parameters between the right and left leg and also of the Pearson methods for investigating correlation between variables was used. The only in the contact area parameter between the right leg and left at 4th mask significant differences were found (p≤0.05, ES=0.03). Also positive and significant correlation between height and mass with all the parameters were found (p≤0.01, p≤0.05) and in the heel area the correlation between maximum force in the right foot with height (medial heel r^2=0.45 ; lateral heel r^2=0.68) and weight (medial heel r^2=0.56 ; lateral heel r^2=0.8) and in the left foot with height (lateral heel r^2=0.53) and weight (lateral heel r^2=0.55) was reversed. (p≤0.05). Considering the lack of significant differences in plantar pressure parameters between the right and left foot, it could be argued, in wrestling foot demand function is the same. Also this research confirmed the results previous study indicating the absence of dominant leg in wrestling.

Keywords: Pedobarography, Wrestling, Elite, Sole of the Foot.

*. Nori_sport@yahoo.com

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1395.14.12.5.4]

مقدمه

پا یگانه ساختار آناتومیکی بدن است که با زمین در تماس است و به‌منزلهٔ انتهایی‌ترین بخش زنجیرهٔ اندام تحتانی دربرابر نیروهای اعمال‌شونده مقاومت می‌کند (۱). بنابراین، توزیع مناسب نیروها و درنتیجه فشارها، با توجه به سطوح تماس نواحی آناتومیکی مختلف کف پا و الگوی صحیح گام‌برداری، در جلوگیری از ابتلا به ناهنجاری‌های اسکلتی-عضلانی کف پا بسیار حائز اهمیت است؛ چراکه با توجه به رابطهٔ بین الگوهای فشار و الگوهای آسیب‌دیدگی، فشارهای بالاتر نشان‌دهندهٔ خطر آسیب‌دیدگی بیشتر هستند (۲). تاکنون مطالعات مختلفی نشان داده‌اند که فعالیت‌های ورزشی در تمامی دوران زندگی بر پارامترهای مختلف فیزیولوژیکی بدن تأثیرگذارند (۳،۴)، اما مطالعات محدودی به بررسی اثر و نوع فعالیت بدنی بر مشخصات و ویژگی‌های ساختاری پا و نیز الگوی توزیع فشار کف‌پایی پرداخته‌اند. علاوه‌بر آن، نظر به اینکه نحوهٔ استفاده از پاها در ورزش‌های گوناگون متفاوت است و نیز ورزشکاران رشته‌های ورزشی مختلف برای رسیدن به سطوح عملکردی عالی نیازمند انجام تمرینات مستمر و تقویت عضلات خاصی از بدن هستند و مجبورند زمان زیادی را در وضعیت بدنی غالب آن رشتهٔ ورزشی به تمرین بپردازند، درنتیجه، بسته به وضعیت غالب هر رشتهٔ ورزشی، راستای بیومکانیکی پا در ورزشکاران ممکن است تحت تأثیر قرار بگیرد. این موضوع الگوی گام‌برداری و درنتیجه الگوی توزیع فشار کف پایی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. نتایج مطالعهٔ لسبی و همکاران (۲۰۱۱) دربارهٔ ۲۸۰ ورزشکار کلمبیایی در رشته‌های وزنه‌برداری، شنا و دومیدانی، حاکی از تفاوت در ویژگی‌های ساختاری کف پای آنان بود که ناشی از نیازها و موقعیت‌های بیومکانیکی مختلفی است که هریک در رشتهٔ ورزشی خود با آن روبه‌رو هستند (۵).

نتایج برخی مطالعات حاکی از تأثیر فعالیت‌های ورزشی بر تغییر الگوی توزیع پارامترهای پدوباروگرافیک کف پا در ورزشکاران در مقایسه با افراد سالم غیرورزشکار است. از آن جمله می‌توان به مطالعهٔ اوزون و همکاران (۲۰۱۲) اشاره کرد که به بررسی اثر فوتبال بر پارامترهای سطح تماس و حداکثر نیرو در کف پای دختران فوتبالیست و دختران سالم غیرورزشکار در حین راه‌رفتن پرداختند (۶). در این مطالعه، کف پای افراد به یازده منطقهٔ آناتومیکی تقسیم شده بود و از دستگاه تحلیل فشار کف پایی Emed-Sf استفاده کردند. ۲۵ دختر فوتبالیست حرفه‌ای و ۲۸ نفر دختر سالم غیرورزشکار تحت بررسی قرار گرفتند. مقایسهٔ میانگین‌های پارامترهای دو گروه با استفاده از آزمون ناپارامتریک یو من ویتنی و همبستگی خطی بین ساختار فیزیکی و متغیرهای کف پایی با استفاده از ضریب همبستگی پیرسون انجام شد. نتایج این مطالعه تفاوت معناداری را در برخی مناطق آناتومیکی بین کف پای فوتبالیست‌ها و گروه غیرورزشکار نشان داد. پارامتر سطح تماس در نواحی پاشنهٔ خارجی و وسط پا در پای راست و در نواحی پاشنهٔ داخلی و خارجی پای چپ و پارامتر حداکثر نیرو در پاشنهٔ خارجی و وسط پا در پای راست و در نواحی وسط پا، جلوی پا (استخوان‌های متاتارس) و انگشتان دوم تا چهارم پای چپ بین گروه ورزشکار و غیرورزشکار به طور معناداری متفاوت بود. بنا به نتایج مطالعهٔ اوزون و همکاران (۲۰۱۲)، بیشترین مقدار نیرو در پای راست فوتبالیست‌ها، به‌ترتیب

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1395.14.12.5.4]

در نواحی پاشنهٔ داخلی و سپس پاشنهٔ خارجی، متاتارس سوم، متاتارس دوم، وسط پا، متاتارس اول، متاتارس چهارم، انگشت شست، متاتارس پنجم، انگشتان خارجی (انگشتان سوم تا پنجم) و انگشت دوم بود. این درحالی است که در پای راست گروه کنترل، در بین متاتارس‌ها بیشترین میزان نیرو به متاتارس دوم و سپس به متاتارس سوم وارد شده بود (۶). در پارامتر سطح تماس گروه ورزشکار و غیرورزشکار الگوی مشابهی ارائه دادند؛ به‌طوری‌که به‌ترتیب وسط پا، پاشنهٔ داخلی، پاشنهٔ خارجی، متاتارس اول، متاتارس سوم، انگشت شست، متاتارس دوم و متاتارس چهارم بیشترین میزان سطح تماس را داشتند و انگشتان خارجی (انگشتان سوم تا پنجم)، متاتارس پنجم و انگشت دوم کمترین مقدار سطح تماس را نشان دادند (۶). وونگ و همکاران (۲۰۰۷) توزیع فشار کف پایی بین پای برتر و غیربرتر فوتبالیست‌ها را در حرکات اختصاصی و با کفش فوتبال بررسی کردند که نتایج حاکی از تفاوت در توزیع فشار بین دو اندام مسلط و غیرمسلط بود (۷). الیز و همکاران (۲۰۰۲) نیز در مطالعه‌ای به بررسی توزیع فشارهای کف پا در کشتی‌گیران و افراد سالم گروه کنترل در حین راه‌رفتن پرداختند و تفاوت آماری زیادی در مقادیر حداکثر فشار بین کشتی‌گیران و گروه کنترل گزارش کردند، که این مقادیر در گروه کنترل نسبت به کشتی‌گیران بیشتر بود (۸). آیداس (۲۰۱۱) به بررسی توزیع فشار کف پا در ۲۷ کشتی‌گیر تیم ملی ترکیه و ۲۵ نفر مرد سالم غیرورزشکار در حین راه‌رفتن پرداخت. در این مطالعهٔ کف پای افراد به یازده ناحیهٔ آناتومیکی تقسیم شده بود و از دستگاه تحلیل فشار Emed-Sf استفاده کرد (۹). برطبق نتایج او، مقادیر حداکثر فشار در کشتی‌گیران به‌ترتیب زیر متاتارس سوم، متاتارس دوم، پاشنه، انگشت شست، متاتارس‌های سوم تا پنجم، متاتارس اول، انگشت دوم، وسط پا و انگشتان سه تا پنج بود (۹). وی افزود بین الگوی توزیع پارامترهای پدوباروگرافیک تحت مطالعه در کشتی‌گیران و گروه کنترل تفاوت‌های معناداری وجود دارد که یکی از علل این تفاوت‌ها را اختلاف سنی معنادار بین دو گروه عنوان کرد. در مطالعهٔ آیداس (۲۰۱۱)، بین میانگین سن و قد گروه ورزشکار و گروه کنترل تفاوت معناداری در سطح $p \leq ۰/۰۱$ وجود داشت و این مقادیر در گروه کنترل بیشتر بود (۹).

همچنین، آیداس (۲۰۱۱) افزود توزیع فشار کف پا می‌تواند از فاکتورهای متنوعی از قبیل ساختار آناتومیکی پاها، جرم بدن، جنسیت و حرکت عرضی مچ پا تأثیر بگیرد (۹). او بیان می‌کند که حتی ممکن است بچه‌های کوچک ویژگی‌های وابسته به فشار متفاوتی داشته باشند، به‌طوری‌که یکی از علل تفاوت در نتایج توزیع پارامترهای فشار کف پایی بین کشتی‌گیران و افراد غیرورزشکار مطالعهٔ خود را اختلاف سنی دو گروه اعلام کرد (۹). براساس نتایج مطالعهٔ فونگا و همکاران (۲۰۰۸)، پارامترهای اوج فشار و سطح زیر نمودار انتگرال فشار–زمان حین راه‌رفتن می‌تواند تحت تأثیر متغیرهایی مثل سن، جرم و قد قرار گیرد (۱۰). نتایج مطالعات لورد و همکاران (۱۹۹۲) و سوروک و لابینر (۱۹۹۲) حاکی از ارتباط آماری قوی بین افزایش حداکثر فشار کف پایی و نوسان زیاد بدن، تعادل ضعیف، سستی و تغییرشکل جسمانی اندام‌های تحتانی و سن زیاد است (۱۱،۱۲). بیرتان و تونا (۲۰۰۴) در تحقیقی دربارهٔ بزرگسالان چاق و نرمال ارتباط آماری مثبتی بین شاخص تودهٔ بدنی و حداکثر نیروی کل کف پا ($r=۰/۵, P=۰/۰۰۰$) و سطح تماس کف پا ($r=۰/۳۳, P=۰/۰۱۹$)

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1395.14.12.5.4]

گزارش کرده‌اند (۱۳). برخی محققان از وجود همبستگی مثبت و ضعیف بین جرم بدن و حداکثر فشار کف پایی در ناحیهٔ خارجی پا (۱۴) و ناحیهٔ داخلی جلو پا (۱۵) خبر دادند. کلارک (۱۹۸۰) به این نتیجه رسید که مجموع حداکثر فشار (مجموع حداکثر فشار کف پایی در هشت منطقه از کف پا) همبستگی ضعیفی با جرم فرد طی راه‌رفتن دارد (۱۶). با توجه به ادبیات پیشینه، انواع مختلف فعالیت‌های ورزشی تأثیرات متفاوتی بر الگوی توزیع فشار کف پایی دارند، ضمن اینکه در فعالیتی مثل فوتبال که اندام مسلط و غیرمسلط وجود دارد، به‌علت نبودن الگوی حرکتی یکسان پاها، نحوهٔ استفاده از پاها متفاوت است و این موضوع، خود، باعث تفاوت الگوی توزیع فشار بین دو اندام برتر و غیربرتر می‌شود. برخی منابع عنوان کرده‌اند که در ورزش کشتی پای غالب وجود ندارد (۱۷). و بنا به اذعان کشتی‌گیران نخبه، اساساً کشتی‌گیرانی موفق‌ترند که توانایی اجرای فنون مختلف را در هر دو گارد راست و چپ داشته باشند، بنابراین، می‌توان چنین نتیجه گرفت که در کشتی، پاها الگوی حرکتی بسیار مشابهی دارند؛ اما آیا این الگوی حرکتی یکسان، الگوی مشابهی از توزیع پارامترهای مختلف فشار کف پا را ارائه می‌دهد؟

از طرفی، در کشتی اعمال فشارهای مکرر به زمین و انتقال نیرو و همراه‌شدن پرونیشن با چرخش داخلی ران و درشت‌نی، به وضعیت غالب زانوی پرانتزی و درنتیجه تغییر زاویهٔ Q منجر می‌شود (۱۸) که این موضوع ساختار بیومکانیکی پا را تحت تأثیر قرار می‌دهد و انتظار می‌رود این امر نیز الگوی گام‌برداری و درنتیجه، الگوی توزیع فشار کف پایی را متأثر سازد. بنابراین، گمان می‌رود الگوی توزیع فشار کف پایی در کشتی‌گیران تحت مطالعه، متفاوت با الگوی ذکرشده برای ورزشکاران دیگر رشته‌ها و افراد سالم غیرورزشکاری باشد که در مطالعات پیشین ذکر شده است. با توجه به مطالب عنوان‌شده و نیز خلأ تحقیقاتی داخل کشور درباب بررسی اثر ورزش کشتی بر الگوی توزیع فشار کف پایی و رابطهٔ پارامترهای مذکور با خصوصیات فیزیکی بدن کشتی‌گیران، در این مطالعه تلاش شد الگوی توزیع فشار کف پا در پای راست و چپ کشتی‌گیران تیم ملی و ارتباط آن با فاکتورهای آنتروپومتریک از قبیل سن، قد و جرم تحت مطالعه قرار گیرد.

روش‌شناسی

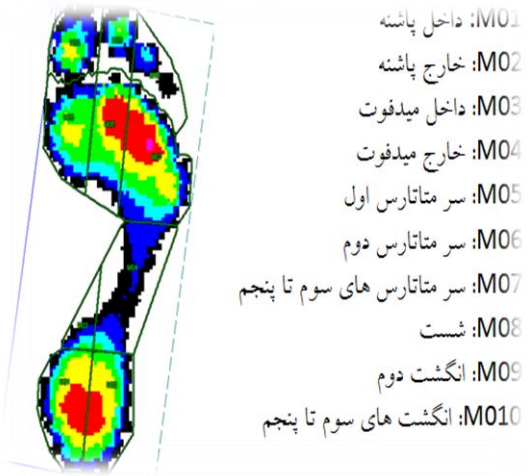
جامعهٔ آماری این تحقیق را کشتی‌گیران تیم ملی تشکیل می‌دهند و نمونهٔ تحقیق شامل ۱۰ نفر از درون جامعهٔ آماری است. ۱۰ کشتی‌گیر با میانگین و انحراف استاندارد سنی۳/۳۳±۲۳/۶، جرم ۲۱/۸±۸۳/۳ کیلوگرم و قد ۷/۶۷±۱۷۳/۵ سانتی‌متر، داوطلبانه به‌عنوان آزمودنی مشارکت کردند. همهٔ آزمودنی‌ها فرم رضایت‌نامه را تکمیل کردند. بنا به پرسش‌نامهٔ خوداظهاری که به‌دست نمونه‌ها تکمیل شد، هیچ‌یک از نمونه‌ها ناهنجاری ساختاری و سابقهٔ جراحی در اندام تحتانی نداشتند و در شش‌ماه اخیر هم دچار آسیب‌دیدگی نشده بودند. برای اندازه‌گیری فشار کف پایی از صفحهٔ emed (at2) استفاده شد. صفحه در مرکز راهرویی به طول ۱۰ متر قرار گرفت. از آزمودنی‌ها خواسته شد با سرعت طبیعی در طول مسیر راهرو راه بروند. چنانچه آزمودنی‌ها، بدون تغییر در الگوی طبیعی راه‌رفتن، پای خود را در مرکز پلت فرم قرار می‌دادند، این تکرار

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1395.14.12.5.4]

به‌منزلهٔ یک تکرار موفق برای آنها به ثبت می‌رسید. سه گام برای هر پا با استفاده از نرم‌افزار Average میانگین‌گیری شد و سپس، با استفاده از نرم‌افزار Automask اطلاعات میانگین‌گیری‌شده به ده ناحیهٔ آناتومیکی تقسیم شد (شکل۱). نواحی مورد استفاده در این پژوهش، شامل M01 (داخل پاشنه)، M02 (خارج پاشنه)، M03 (داخل وسط پا)، M04 (خارج وسط پا)، M05 (متاتارس اول)، M06 (متاتارس دوم)، M07 (متاتارس‌های سوم تا پنجم)، M08 (انگشت شست)، M09 (انگشت دوم)، M10 (انگشت‌های سوم تا پنجم) بود. پارامترهایی که در هر ناحیه با استفاده از نرم‌افزار Multimask Evaluation محاسبه شد، عبارت‌اند از حداکثر نیرو (%BW)، حداکثر فشار (kPa)، سطح تماس (cm2)، زمان تماس (ms).

از شاخص‌های گرایش مرکزی (میانگین) و پراکندگی (انحراف استاندارد) برای توصیف اطلاعات در ده ناحیه و از آزمون تی زوجی برای مقایسهٔ پارامترها در پای راست و چپ در هریک از نواحی استفاده شد. همبستگی بین متغیرها با استفاده از روش پیرسون و نرمال‌بودن توزیع داده‌ها با استفاده از آزمون K-S بررسی شد.



شکل ۱. موقعیت قرار گرفتن نواحی آناتومیکی

یافته‌ها

در جدول‌های ۱ تا ۳، اطلاعات توصیفی (میانگین و انحراف استاندارد) و استنباطی (ضریب همبستگی پیرسون و تی زوجی) درخصوص پارامترهای حداکثر نیرو، حداکثر فشار، سطح تماس و زمان تماس در پای راست و چپ آزمودنی‌ها ارائه شده است.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1395.14.12.5.4]

جدول۱. اطلاعات توصیفی شامل میانگین و انحراف استاندارد در خصوص پارامترهای حداکثر نیرو، حداکثر فشار، سطح تماس و زمان تماس در پای راست (گروه ۱) و چپ (گروه ۲) آزمودنی‌ها در مرحله مید استنس

نواحی آناتومیکی	گروه	حداکثر نیرو (BW%) (انحراف استاندارد) میانگین	حداکثر فشار (kPa) (انحراف استاندارد) میانگین	سطح تماس (cm2) (انحراف استاندارد) میانگین	زمان تماس (ms) (انحراف استاندارد) میانگین
ناحیه ۱	۱	۲۷/۹۵ (۶/۱۳)	۲۲۶/۵ (۳۹/۷۲)	۲۰/۰۴ (۲/۰۷)	۵۴۵/۹۶ (۸۴/۳۲)
	۲	۲۷/۵۲ (۵/۸۱)	۲۵۰/۵ (۶۸/۳۷)	۱۹/۷۳ (۲/۴۲)	۵۰۹/۵۵ (۷۶/۰۴)
ناحیه ۲	۱	۲۴/۳۸ (۵/۹۳)	۲۰۵ (۷۵/۷۵)	۱۹/۹۱ (۲/۰۲)	۵۲۳/۰۱ (۶۱/۰۵)
	۲	۲۴/۱۹ (۵/۱۸)	۲۱۲/۵ (۹۲/۵۹)	۱۹/۶۷ (۲/۳۵)	۵۰۹/۲۲ (۷۷/۸۱)
ناحیه ۳	۱	۶/۵۱ (۷/۱۲)	۱۲۶/۵ (۳۵/۰۴)	۱۱/۲۹ (۱۱/۳۱)	۴۹۷/۶۵ (۹۶/۶۲)
	۲	۷/۱۵ (۷/۶۳)	۱۲۹ (۴۲/۳۴)	۱۱/۹۴ (۱۲/۲۶)	۴۹۸/۶۶ (۱۱۳/۹۴)
ناحیه ۴	۱	۲۴/۸۳ (۵/۵۴)	۱۴۱ (۲۰/۷۸)	۳۲/۹ (۵/۲۴)	۶۳۲/۶۶ (۸۳/۲۵)
	۲	۲۳/۶۱ (۸/۰۴)	۱۴۳/۵ (۲۶/۷۷)	۳۱/۱۸ (۵/۶۵)	۶۱۸/۳۲ (۹۵/۹۸)
ناحیه ۵	۱	۱۷/۱۲ (۶/۵۴)	۱۹۱/۵ (۳۹/۰۱)	۱۸/۷۷ (۵/۹۱)	۶۹۱/۸۳ (۹۱/۶۱)
	۲	۱۸/۳۴ (۷/۶۹)	۲۱۲/۵ (۶۰/۵۶)	۱۹/۱۲ (۶/۴۱)	۶۹۱/۱۳ (۹۸/۸۳)
ناحیه ۶	۱	۲۳/۰۱ (۳/۴۴)	۳۱۱ (۹۸/۲۲)	۱۵/۳ (۲/۸۳)	۷۱۳/۱۴ (۸۴/۰۹)
	۲	۲۳/۱۸ (۳/۲۸)	۳۱۱/۵ (۴۰/۴۱)	۱۴/۶۷ (۲/۵۳)	۷۱۰/۰۶ (۸۸/۲۰)
ناحیه ۷	۱	۴۵/۱۵ (۸/۴۵)	۳۱۰ (۷۷/۳۱)	۳۰/۱۲ (۵/۸۹)	۷۴۹/۹۵ (۹۵/۳۲)
	۲	۴۴/۰۵ (۱۰/۵۳)	۳۰۸/۵ (۴۹/۵۰)	۳۰/۰۱ (۵/۸۲)	۷۳۱/۹ (۹۰/۸۰)
ناحیه ۸	۱	۱۴/۹ (۶/۴۹)	۲۸۸/۵ (۱۳۳/۱۸)	۱۲/۶۹ (۳/۲۲)	۶۲۵/۲۹ (۱۰۰/۷۳)
	۲	۱۳/۴۱ (۵/۷۴)	۲۹۵ (۱۹۷/۱۶)	۱۲/۹۸ (۲/۱۰)	۶۳۰/۲ (۱۷۰/۰۱)
ناحیه ۹	۱	۳/۳۵ (۱/۱۷)	۱۳۹ (۵۲/۲۷)	۵/۲ (۱/۴۱)	۵۰۲/۳۷ (۱۲۳/۲۱)
	۲	۲/۷۴ (۱/۵۹)	۱۱۱/۵ (۶۲/۵۴)	۴/۹۶ (۱/۱۰)	۴۸۶/۶۱ (۱۵۱/۰۵)
ناحیه ۱۰	۱	۳/۳۵ (۲/۴۹)	۸۷/۵ (۳۲/۹۳)	۸/۸۸ (۴/۷۳)	۵۵۷/۵۴ (۱۶۳/۰۰)
	۲	۳/۹۶ (۲/۷۸)	۹۸ (۴۲/۹۵)	۹/۹۹ (۳/۵۰)	۶۰۳/۱۷ (۱۸۷/۵۳)

ناحیه ۱ (داخل پاشنه)، ناحیه ۲ (خارج پاشنه)، ناحیه ۳ (داخل وسط پا)، ناحیه ۴ (خارج وسط پا)، ناحیه ۵ (متاتارس اول)، ناحیه ۶ (متاتارس دوم)، ناحیه ۷ (متاتارس‌های سه تا پنج)، ناحیه ۸ (انگشت شست)، ناحیه ۹ (انگشت دوم)، ناحیه ۱۰ (انگشت‌های سه تا پنج).

بنا به اطلاعات جدول ۱، پارامتر حداکثر نیرو در پای راست و چپ در ناحیهٔ ۷ (متاتارس‌های سوم تا پنجم) بیشترین و در پای راست در ناحیهٔ ۹ و ۱۰ (انگشتان دو تا پنج) و در پای چپ در ناحیهٔ ۹ (انگشت دوم) کمترین مقدار را داشت. حداکثر فشار در پای راست و چپ در ناحیهٔ ۶ (متاتارس دوم) بیشترین و در ناحیهٔ ۱۰ (انگشتان سه تا پنج) کمترین میزان را داشت. پارامتر سطح تماس در پای راست و چپ در ناحیهٔ ۴ (خارج وسط پا) و در ناحیهٔ ۹ (انگشت دوم) به ترتیب بیشترین و کمترین میزان را داشت. پارامتر زمان تماس در پای راست و چپ در ناحیهٔ ۷ (متاتارس‌های سه تا پنج) و در ناحیهٔ ۹ (انگشت دوم) به‌ترتیب بیشترین و کمترین مقدار را داشت.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1395.14.12.5.4]

جدول ۲. اطلاعات مربوط به ضریب همبستگی پیرسون بین قد و وزن با پارامترهای حداکثر نیرو، حداکثر فشار ، سطح تماس و زمان تماس در پای راست (گروه ۱) و چپ (گروه ۲) آزمودنی‌ها در مرحله مید استنس

نواحی آناتومیکی	گروه	حداکثر نیرو (BW%)		حداکثر فشار (kPa)		سطح تماس (cm^2)		زمان تماس (ms)	
		همبستگی پیرسون P(r)		همبستگی پیرسون P(r)		همبستگی پیرسون P(r)		همبستگی پیرسون P(r)	
		قد	جرم	قد	جرم	قد	جرم	قد	جرم
ناحیه ۱	۱	(*-۰/۶۷۱) ۰/۰۳۴	(*-۰/۷۴۶) ۰/۰۱۳	-----	-----	(**+۰/۸۲۵) ۰/۰۰۳	(**+۰/۸۵۷) ۰/۰۰۲	-----	-----
	۲	-----	-----	-----	-----	(**+۰/۸۹۰) ۰/۰۰۱	(**+۰/۹۱۴) ۰/۰۰۱	-----	-----
ناحیه ۲	۱	(**-۰/۸۲۴) ۰/۰۰۳	(**-۰/۸۹۳) ۰/۰۰۱	-----	-----	(**+۰/۸۶۳) ۰/۰۰۱	(**+۰/۸۹۵) ۰/۰۰۱	-----	(*+۰/۶۷۰) ۰/۰۳۴
	۲	(*-۰/۷۲۶) ۰/۰۱۷	(*-۰/۷۴۴) ۰/۰۱۴	-----	-----	(**+۰/۸۹۲) ۰/۰۰۱	(**+۰/۹۲۱) ۰/۰۰۱	-----	-----
ناحیه ۳	۱	-----	(**+۰/۷۶۸) ۰/۰۰۷	-----	-----	(*+۰/۷۴۳) ۰/۰۱۴	-----	(*+۰/۶۸۶) ۰/۰۲۸	(**+۰/۸۳۰) ۰/۰۰۳
	۲	(*+۰/۶۸۹) ۰/۰۲۸	(**+۰/۸۱۳) ۰/۰۰۴	(*+۰/۶۴۲) ۰/۰۴۵	(*+۰/۶۶۴) ۰/۰۳۶	(**+۰/۷۷۳) ۰/۰۰۹	-----	-----	(**+۰/۷۶۵) ۰/۰۱۰
ناحیه ۴	۱	-----	-----	(*+۰/۶۶۵) ۰/۰۳۶	-----	(*+۰/۷۳۸) ۰/۰۱۵	(**+۰/۷۶۶) ۰/۰۱۰	(**+۰/۷۶۸) ۰/۰۰۹	(**+۰/۸۳۷) ۰/۰۰۳
	۲	-----	-----	-----	-----	(*+۰/۶۵۷) ۰/۰۳۹	(*+۰/۷۲۸) ۰/۰۱۷	(*+۰/۷۲۶) ۰/۰۱۷	**+۰/۸۳۸) ۰/۰۰۲ (
ناحیه ۵	۱	-----	-----	-----	-----	(**+۰/۷۶۶) ۰/۰۱۰	-----	(*+۰/۶۶۳) ۰/۰۳۷	(**+۰/۷۷۲) ۰/۰۰۹
	۲	-----	-----	-----	-----	(**+۰/۸۱۸) ۰/۰۰۴	(*+۰/۷۰۰) ۰/۰۲۴	-----	-----
ناحیه ۶	۱	-----	-----	(*+۰/۶۷۹) ۰/۰۳۱	-----	(**+۰/۹۳۳) ۰/۰۰۱	(**+۰/۹۱۰) ۰/۰۰۱	(*+۰/۶۹۹) ۰/۰۲۴	(**+۰/۷۸۰) ۰/۰۰۸
	۲	-----	-----	-----	-----	(*+۰/۶۶۷) ۰/۰۳۵	-----		-----
ناحیه ۷	۱	-----	-----	(*+۰/۶۷۴) ۰/۰۳۳	-----	-----	-----	(*+۰/۶۹۴) ۰/۰۲۶	(**+۰/۷۸۹) ۰/۰۰۷
	۲	-----	-----	-----	-----	(*+۰/۷۴۷) ۰/۰۱۳	(**+۰/۷۸۸) ۰/۰۰۷	-----	(*+۰/۶۷۶) ۰/۰۳۲
ناحیه ۸	۱	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
	۲	-----	-----	-----	-----	-----	(*+۰/۶۵۴) ۰/۰۴۴	-----	(*+۰/۶۵۰) ۰/۰۴۲
ناحیه ۹	۱	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	(*+۰/۷۱۰) ۰/۰۲۱
	۲	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
ناحیه ۱۰	۱	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	(*+۰/۷۲۷) ۰/۰۱۷
	۲	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

ناحیه ۱ (داخل پاشنه)، ناحیه ۲ (خارج پاشنه)، ناحیه ۳ (داخل وسط پا)، ناحیه ۴ (خارج وسط پا)، ناحیه ۵ (متاتارس اول)، ناحیه ۶ (متاتارس دوم)، ناحیه ۷ (متاتارس‌های سه تا پنج)، ناحیه ۸ (انگشت شست)، ناحیه ۹ (انگشت دوم)، ناحیه ۱۰ (انگشت‌های سه تا پنج). (**:p≤۰/۰۱ ، *:p≤۰/۰۵).

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1395.14.12.5.4]

براساس یافته‌های جدول ۲، همبستگی معکوس و معنادار در پای راست بین حداکثر نیرو با قد (r^2=۰/ ۴۵ ، p≤۰/۰۵) و وزن (r^2=۰/ ۵۶ ، p≤۰/۰۵) در پاشنهٔ داخلی و در پاشنهٔ خارجی با قد (r^2=۰/ ۶۸ ، p≤۰/۰۱) و وزن (r^2=۰/ ۸۰ ، p≤۰/۰۱) و در پای چپ در پاشنهٔ خارجی با قد (r^2=۰/۵۳ ، p≤۰/۰۵) و وزن (r^2=۰/۵۵ ، p≤۰/۰۵) یافت شد. در ناحیهٔ داخل وسط پا همبستگی مثبت و معنادار در پای راست بین حداکثر نیرو با وزن (r^2=۰/ ۸۰ ، p≤۰/۰۵) و در پای چپ با قد (r^2=۰/۴۷ ، p≤۰/۰۱) و وزن (r^2=۰/۶۶ ، p≤۰/۰۱) مشاهده شد. حداکثر فشار در پای راست در خارج وسط پا (r^2=۰/۴۴ ، p≤۰/۰۵) و در متاتارس دوم (r^2=۰/۴۶ ، p≤۰/۰۵) و در متاتارس‌های سه تا پنج (r^2=۰/۴۵ ، p≤۰/۰۵) همبستگی مثبت و معناداری با قد (r^2=۰/۵۵ ، p≤۰/۰۵) داشت و در پای چپ تنها در داخل وسط پا با قد (r^2=۰/۴۱ ، p≤۰/۰۵) و وزن (r^2=۰/۴۴ ، p≤۰/۰۵) همبستگی مستقیم و معنادار نشان داد. همبستگی مثبت و معنادار بین قد با سطح تماس در پای راست در نواحی ۱ تا ۶ یعنی نواحی پاشنهٔ داخلی (r^2=۰/۶۸ ، p≤۰/۰۱)، پاشنهٔ خارجی (r^2=۰/۷۴ ، p≤۰/۰۱)، داخل وسط پا (r^2=۰/۵۵ ، p≤۰/۰۵)، خارج وسط پا (r^2=۰/۵۴ ، p≤۰/۰۵)، متاتارس اول (r^2=۰/۵۹ ، p≤۰/۰۱) و متاتارس دوم (r^2=۰/۸۷ ، p≤۰/۰۱) و در پای چپ در نواحی ۱ تا ۷ یعنی نواحی پاشنهٔ داخلی (r^2=۰/۷۹ ، p≤۰/۰۱)، پاشنهٔ خارجی (r^2=۰/۸۰ ، p≤۰/۰۱)، داخل وسط پا (r^2=۰/۶۰ ، p≤۰/۰۱)، خارج وسط پا (r^2=۰/۴۳ ، p≤۰/۰۵)، متاتارس اول (r^2=۰/۶۷ ، p≤۰/۰۱)، متاتارس دوم (r^2=۰/۴۴ ، p≤۰/۰۵) و متاتارس-های سه تا پنج (r^2=۰/۵۶ ، p≤۰/۰۵) مشاهده شد. همچنین، همبستگی مثبت و معناداری بین وزن و سطح تماس در نواحی پاشنهٔ داخلی (r^2=۰/۷۳ ، p≤۰/۰۱)، پاشنهٔ خارجی (r^2=۰/۸۰ ، p≤۰/۰۱)، خارج وسط پا (r^2=۰/۵۹ ، p≤۰/۰۱) و متاتارس دوم (r^2=۰/۸۳ ، p≤۰/۰۱) در پای راست و نواحی پاشنهٔ داخلی (r^2=۰/۸۳ ، p≤۰/۰۱)، پاشنهٔ خارجی (r^2=۰/۸۵ ، p≤۰/۰۱)، خارج وسط پا (r^2=۰/۵۳ ، p≤۰/۰۵)، متاتارس اول (r^2=۰/۴۹ ، p≤۰/۰۵)، متاتارس‌های سه تا پنج (r^2=۰/۶۲ ، p≤۰/۰۱) و انگشت شست (r^2=۰/۴۳ ، p≤۰/۰۵) در پای چپ یافت شد.

همبستگی مثبت و معنادار بین زمان تماس با قد در پای راست در نواحی ۳ تا ۷ شامل داخل وسط پا (r^2=۰/۴۷ ، p≤۰/۰۵)، خارج وسط پا (r^2=۰/۵۹ ، p≤۰/۰۱)، متاتارس اول (r^2=۰/۴۴ ، p≤۰/۰۵)، متاتارس دوم (r^2=۰/۴۹ ، p≤۰/۰۵)، متاتارس‌های سه تا پنج (r^2=۰/۴۸ ، p≤۰/۰۵) و در پای چپ در خارج وسط پا (r^2=۰/۵۳ ، p≤۰/۰۵) ملاحظه شد. همچنین، یافته‌ها حاکی از همبستگی مثبت و معنادار بین پارامتر زمان تماس با وزن در نواحی پاشنهٔ خارجی (r^2=۰/۴۵ ، p≤۰/۰۵)، داخل وسط پا (r^2=۰/۶۹ ، p≤۰/۰۱)، خارج وسط پا (r^2=۰/۷۰ ، p≤۰/۰۱)، متاتارس اول (r^2=۰/۶۰ ، p≤۰/۰۱)، متاتارس دوم (r^2=۰/۶۱ ، p≤۰/۰۱)، متاتارس‌های سه تا پنج (r^2=۰/۶۲ ، p≤۰/۰۱)، انگشت دوم (r^2=۰/۵۰ ، p≤۰/۰۵) و انگشتان سه تا پنج (r^2=۰/۵۳ ، p≤۰/۰۵) در پای راست و در پای چپ در نواحی داخل وسط پا (r^2=۰/۵۸ ، p≤۰/۰۱)، خارج وسط پا (r^2=۰/۷۰ ، p≤۰/۰۱)، متاتارس‌های سه تا پنج (r^2=۰/۴۶ ، p≤۰/۰۵)، انگشت شست و متاتارس‌های سه تا پنج (r^2=۰/۴۲ ، p≤۰/۰۵) بود. به‌طورکلی، زمان تماس بیشترین میزان همبستگی را با وزن در پای

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1395.14.12.5.4]

راست و چپ نشان داد و در کل، همبستگی بین زمان تماس با قد و وزن در پای راست بیشتر از پای چپ بود.

جدول ۳. اطلاعات استنباطی مربوط به آزمون تی زوجی بین پای راست (گروه ۱) و چپ (گروه ۲) آزمودنی‌ها در پارامترهای حداکثر نیرو، حداکثر فشار، سطح تماس و زمان تماس در مرحله مید استنس

نواحی آناتومیکی	حداکثر نیرو (BW%)		حداکثر فشار (kPa)		سطح تماس (cm^2)		زمان تماس (ms)	
	T	Sig(2-tailed)	T	Sig(2-tailed)	T	Sig(2-tailed)	T	Sig(2-tailed)
ناحیه ۱	−۰/۳۲۶	۰/۷۵۲	۱/۴۸۷	۰/۱۷۱	−۱/۱۱۲	۰/۲۹۵	−۱/۰۸۶	۰/۳۰۶
ناحیه ۲	−۰/۱۷۱	۰/۸۶۸	۰/۲۴۱	۰/۸۱۵	−۰/۹۲۸	۰/۳۷۸	−۰/۸۶۸	۰/۴۰۸
ناحیه ۳	۰/۷۵۱	۰/۴۷۲	۰/۳۷۰	۰/۷۲۰	۱/۰۶۴	۰/۳۱۵	۰/۰۶۸	۰/۹۴۷
ناحیه ۴	−۰/۶۱۰	۰/۵۵۷	۰/۲۴۵	۰/۸۱۲	−۳/۰۷۶	*۰/۰۱۳	−۰/۸۷۷	۰/۴۰۳
ناحیه ۵	۰/۵۸۴	۰/۵۷۴	۱/۱۰۷	۰/۲۹۷	۰/۲۹۹	۰/۷۷۲	−۰/۰۳۸	۰/۹۷۱
ناحیه ۶	۰/۱۱۷	۰/۹۱۰	۰/۰۲۱	۰/۹۸۴	−۱/۰۴۲	۰/۳۲۴	−۰/۱۸۸	۰/۸۵۵
ناحیه ۷	−۰/۳۸۱	۰/۷۱۲	−۰/۰۹۰	۰/۹۳۰	−۰/۱۲۲	۰/۹۰۵	−۱/۰۱۱	۰/۳۳۸
ناحیه ۸	−۰/۶۴۰	۰/۵۳۸	۰/۱۱۸	۰/۹۰۹	۰/۳۶۱	۰/۷۲۶	۰/۱۳۶	۰/۸۹۵
ناحیه ۹	−۲/۰۹۲	۰/۰۶۶	−۱/۱۷۱	۰/۲۷۲	−۰/۷۳۵	۰/۴۸۱	−۰/۴۵۹	۰/۶۵۷
ناحیه ۱۰	۰/۵۸۶	۰/۵۷۲	۰/۶۹۴	۰/۵۰۵	۰/۸۸۷	۰/۳۹۸	۱/۱۱۱	۰/۲۹۵

ناحیه ۱ (داخل پاشنه)، ناحیه ۲ (خارج پاشنه)، ناحیه ۳ (داخل وسط پا)، ناحیه ۴ (خارج وسط پا)، ناحیه ۵ (متاتارس اول)، ناحیه ۶ (متاتارس دوم)، ناحیه ۷ (متاتارس‌های سه تا پنج)، ناحیه ۸ (انگشت شست)، ناحیه ۹ (انگشت دوم)، ناحیه ۱۰ (انگشت‌های سه تا پنج).

*: بیانگر وجود تفاوت معنادار.

همان‌طور که اطلاعات جدول ۳ نشان می‌دهد، تنها در پارامتر سطح تماس در ناحیهٔ ۴ (خارج وسط پا) بین پای راست و چپ نمونه‌های تحت مطالعه تفاوت معناداری وجود داشت و در پارامترهای حداکثر نیرو، حداکثر فشار و زمان تماس در نواحی آناتومیکی ده‌گانهٔ کف پا تفاوت معناداری بین داده‌های پای راست و چپ مشاهده نشد.

بحث

هدف مطالعهٔ حاضر، مقایسهٔ الگوی توزیع فشار کف پایی در پای راست و چپ کشتی‌گیران و ارتباط آن با فاکتورهای آنتروپومتریک نظیر قد، جرم و سن بود. در این تحقیق، با توجه به نتایج مطالعات گذشته که برتری وضعیت دینامیک را بر وضعیت استاتیک در ارزیابی میزان فشار کف پایی نشان داده بودند (۱۹)، ارزیابی‌ها در وضعیت دینامیک انجام شدند. طبق یافته‌های این پژوهش، در مقایسهٔ بین پارامترهای تحت مطالعه، که شامل حداکثر نیرو، حداکثر فشار، سطح تماس و زمان تماس در پای راست و چپ بود، تنها در ناحیهٔ ۴ (خارج وسط پا) در پارامتر سطح تماس در پای راست و چپ اختلاف معنادار مشاهده شد، که در پای راست بیشتر از پای چپ بود. اما در بقیهٔ پارامترها و در نواحی آناتومیکی تحت مطالعه، تفاوت معناداری بین مقادیر پای راست و چپ یافت نشد. شاید بتوان علت فقدان تفاوت معنادار بین پارامترهای مختلف در پای راست و چپ را به نبود پای غالب در رشته کشتی (۱۷)، الگوی حرکتی بسیار مشابه پاها در کشتی و نیز

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1395.14.12.5.4]

فقدان تفاوت در تقاضای عملکردی دو اندام نسبت داد. در پای راست و چپ الگوی افزایش فشار در نواحی پاشنه، استخوان‌های متاتارس و انگشتان به طرف قسمت‌های داخلی پا بود که می‌توان علت این امر را به وجود صافیِ وضعیتی کف پا در کشتی‌گیران نسبت داد. در برخی مطالعات، وجود صافی کف پا در ورزشکاران رشته‌های مختلف (۱۷) و نیز بیشتربودن صافی کف پا در کشتی‌گیران نسبت به دیگر ورزشکاران گزارش شده است (۱۷). صافی کف پا درنتیجهٔ سقوط قوس طولی داخلی به‌هم‌خوردن ساختار بیومکانیکی پا را به دنبال دارد. راستای خط ثقل به سمت داخل پا منحرف می‌شود که باعث تماس بیشتر قسمت‌های داخلی پا با زمین می‌شود و افزایش فشار در نواحی داخلی پاشنه، قسمت میانی پا و متاتارس‌های اول تا سوم را به همراه دارد. از طرفی، قوس‌های کف پا با همدیگر یک‌پارچه هستند و عملکرد دینامیکی پا را بهبود می‌بخشند؛ بنابراین، سقوط قوس طولی داخلی می‌تواند به افت قوس عرضی منجر شود که در این حالت افزایش فشار در متاتارس‌های دوم و سوم مشهودتر است (۲۰).

بنا به نتایج به‌دست‌آمده، به‌طور کلی، بیشترین میزان نیرو در پای راست و چپ مربوط به پاشنهٔ داخلی و کمترین مقدار مربوط به انگشتان سوم تا پنجم بود که با مطالعهٔ آیداس (۲۰۱۱) هم‌خوانی دارد (۹). در بین انگشتان نیز انگشت شست بیشترین میزان نیرو را تحمل کرد، که با مطالعهٔ آیداس (۲۰۱۱) هم‌سو است (۹). در نمونه‌های این مطالعه، بیشترین میزان نیرو ابتدا به متاتارس دوم و سپس به متاتارس اول وارد می‌شد، اما در مطالعهٔ آیداس (۲۰۱۱) به‌ترتیب متاتارس سوم و بعد دوم نیروی بیشتری را تحمل کردند. شاید بتوان گفت در نمونه‌های مطالعهٔ حاضر تا اندازه‌ای صافی وضعیتی کف پا در افراد وجود داشته است. طبق یافته‌های این پژوهش، الگوی توزیع فشار در پای راست و چپ کاملاً یکسان بود و به‌ترتیب نواحی جلوی پا (متاتارس دوم)، پاشنهٔ داخلی و خارجی و سپس انگشت شست بیشترین فشار را تحمل کردند. این یافته‌ها با نتایج مطالعهٔ آیداس (۲۰۱۱) دربارهٔ کشتی‌گیران هم‌خوانی دارد (۹). همچنین، کمترین فشار در ناحیهٔ انگشتان خارجی (انگشتان سوم تا پنجم) و داخل وسط پا قرار داشت، که با نتیجهٔ مطالعهٔ آیداس (۲۰۱۱) هم‌سو است (۹). بنا به نتایج این مطالعهٔ و مطالعه آیداس (۲۰۱۱)، درباب کشتی‌گیران، در میان انگشتان، انگشت شست بیشترین فشار را تحمل می‌کند (۹) بزرگ‌تربودن و تحریک بیشتر انگشت شست را می‌توان دلیل این امر دانست (۲۱). مهم‌ترین هدف از تحلیل فشار کف پا، مشخص کردن نحوهٔ توزیع فشار در نواحی مختلف آناتومیکی پا است. کاوانا (۱۹۹۲) گزارش کرد توزیع فشار در راه‌رفتن افراد بالغ الگویی مشابه دارد (۲۲). از نظر الگوی توزیع فشار در هنگام راه‌رفتن نرمال در افراد سالم غیرورزشکار، مطالعات بسیاری بر این باورند که هنگام راه‌رفتن بیشترین فشار بر انگشت شست و کمترین فشار بر قسمت میانی پا اعمال می‌شود (۲۳) و برخی مطالعات نیز معتقدند بیشترین فشار حین راه‌رفتن به پاشنه وارد می‌شود (۲۱)، اما در مطالعهٔ حاضر در پای چپ و راست آزمودنی‌ها، بیشترین فشار به متاتارس دوم و کمترین میزان فشار به انگشتان سوم تا پنجم وارد شد. محقق علت این تفاوت را به تأثیر فعالیت‌های ورزشی بر الگوی توزیع فشار کف پا نسبت می‌دهد. همچنین، در مطالعهٔ موردیِ نوری و معمار (۱۳۹۳) دربارهٔ تکواندوکار نخبه، حداکثر فشار بر متاتارس‌های

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1395.14.12.5.4]

دوم تا پنجم و کمترین فشار بر انگشتان سوم تا پنجم وارد شد (۲۴). در تحقیق انتظاری و همکاران (۱۳۹۴) دربارهٔ تکواندوکاران زن، محل بیشترین فشار در پای برتر زنان نخبه، متاتارس‌های سوم تا پنجم و در زنان مبتدی انگشت شست بود و کمترین فشار در هر دو گروه نخبه و مبتدی بر انگشتان سوم تا پنجم اعمال شد (۲۵). تفاوت مطالعهٔ انتظاری و همکاران (۱۳۹۴) بین زنان تکواندکار نخبه و مبتدی و نیز وجود تفاوت‌های معنادار بین پارامترهای الگوی توزیع فشار کف پا بین افراد سالم غیرورزشکار گروه کنترل و ورزشکاران نخبه در تحقیقات اوزون و همکاران (۲۰۱۲) درباب دختران فوتبالیست و دختران سالم غیرورزشکار، الیز و همکاران (۲۰۰۲) دربارهٔ کشتی‌گیران نخبه و گروه کنترل و مطالعهٔ آیداس (۲۰۱۱) دربارهٔ کشتی‌گیران تیم ملی و مردان سالم غیرورزشکار گروه کنترل (۶،۸،۹،۲۵)، دلایل دیگری بر تأیید تأثیر فعالیت‌های ورزشی بر الگوی توزیع فشار کف پا است.

اینکلار (۱۹۹۴) و الیس و همکاران (۲۰۰۴) معتقدند توزیع نامناسب فشار کف پایی خطر وقوع استرس فرکچر و آسیب‌های ناشی از پرکاری، از جمله رشد اضافی استخوان در قسمت جلوی پا (خصوصاً در ناحیهٔ جلوی پا و متاتارس‌ها)، را افزایش می‌دهد (۲۶،۲۷). با توجه به نوع الگوهای حرکتی در ورزش کشتی، در هنگام تمرینات و اجرای فنون مختلف، تنهٔ کشتی‌گیران مقداری به جلو خم می‌شود و درنتیجه راستای خط ثقل به ناحیهٔ جلوی پا (متاتارس‌ها) متمایل می‌شود و باعث می‌شود بیشتر وزن بدن و درنتیجه اوج فشار به ناحیهٔ جلوی پا (متاتارس‌ها) وارد شود. براساس اظهارات اینکلار (۱۹۹۴) و الیس و همکاران (۲۰۰۴) و نتایج این مطالعه گمان می‌رود کشتی‌گیران نخبه نیز درمعرض چنین آسیب‌هایی باشند. هدف دوم این تحقیق بررسی ارتباط بین پارامترهای فشار کف پایی با فاکتورهای آنتروپومتریک از جمله قد، جرم و سن بود. طبق یافته‌های این مطالعه، همبستگی مثبت و معناداری بین پارامترهای حداکثر فشار، سطح تماس و زمان تماس با قد و جرم در پای راست و چپ یافت شد که با نتایج مطالعهٔ آیداس (۲۰۱۱) هم‌خوانی دارد (۹). همبستگی مثبت سطح تماس با قد و جرم در پای راست و چپ با مطالعه اوزون و همکاران (۲۰۱۲) نیز هم‌سو است (۶). حداکثر نیرو در ناحیهٔ ۳ (داخل وسط پا) با قد و جرم در پای چپ و با جرم در پای راست همبستگی مثبت و معنادار نشان داد، اما در ناحیهٔ ۱ و ۲ (پاشنهٔ داخلی و خارجی) در پای راست و در ناحیهٔ ۲ پای چپ همبستگی معکوس و معناداری بین حداکثر نیرو با قد و جرم یافت شد که با نتایج مطالعهٔ آیداس (۲۰۱۱) درباب کشتی‌گیران متناقض است (۹). احتمالاً، بتوان علت این تناقض را به عوامل عملکردیِ مؤثر بر پارامترهای فشار کف، پا نظیر سرعت گام‌برداری یا استراتژی‌های راه‌رفتن، نسبت داد. به‌طوری‌که مولر و همکاران (۱۹۹۴) ادعا کردند، استراتژی راه‌رفتن ران موجب ۲۷درصد کاهش در حداکثر فشار کف پایی در ناحیه جلوی پا و ۲۴درصد افزایش در ناحیهٔ پاشنه می‌شود (۲۸). همچنین، هیچ‌کدام از پارامترهای تحت مطالعه با سن همبستگی نداشتند که این یافته با نتیجهٔ مطالعهٔ اوزون و همکاران (۲۰۱۲) دربارهٔ فوتبالیست‌ها هم‌سو است، اما با مطالعهٔ آیداس (۲۰۱۱) هم‌خوانی ندارد (۶،۱۱). در مطالعهٔ آیداس (۲۰۱۱) سن با سطح تماس کلی در پای راست و چپ و نیز با حداکثر نیروی کلی در پای راست همبستگی مثبت و معنادار

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1395.14.12.5.4]

داشت. شاید بتوان علت این تناقض را تفاوت سنی نمونه‌های این تحقیق و مطالعهٔ آیداس (۹) دانست.

نتیجه‌گیری

بنا به نتایج این مطالعهٔ می‌توان ادعا کرد پاها در کشتی‌گیران نیازها و ویژگی‌های عملکردی یکسانی را می‌طلبند و الگوی حرکتی بسیار مشابهی دارند. همچنین، به فقدان وجود پای غالب در رشتهٔ کشتی، الگوی یکسانی از نحوهٔ توزیع نیرو و فشار در هر دو پا وجود دارد، که با الگوی نرمال توزیع فشار در افراد سالم غیرورزشکار است و تأثیر فعالیت‌های ورزشی بر الگوی توزیع فشار کف پایی را تصدیق می‌کند. با توجه به اینکه تحلیل فشار کف پایی در حین راه‌رفتن، اطلاعات مهمی را دربارهٔ طراحی کفش و ارزیابی کلینیکی فراهم می‌کند و نیز بر اساس نتایج این مطالعهٔ توصیه می‌شود طراحان کفش و کفی در طراحی کفش کشتی‌گیران به کاهش بار نقطه‌ای در زیر متاتارس دوم توجه ویژه‌ای داشته باشند تا در درازمدت به آسیب‌دیدگی ورزشکاران منجر نشود.

منابع

1. Ledoux, W.R., Hillstrom, H.J. (2002). The distributed plantar vertical force of neutrally aligned and pes planeus feet. Gait & Posture.15:1-9.

۲. گریمشاو، پل.، لیز، آدریان.، فاولر، نیل.، بردن، آدریان. (۱۳۸۹). بیومکانیک ورزش و تمرین. حمایت طلب، رسول.، رشیدی رستمی، لیلا. انتشارات علم و حرکت، ص: ۴۴۱.

۳. سردار، محمدعلی.، گائینی، عباسعلی.، رمضانی، جواد. (۱۳۸۷). تاثیر فعالیت بدنی هوازی ۸ هفته‌ای بر قند خون، درصد چربی بدن، حداکثر اکسیژن مصرفی و عوامل خطرزای بیماری‌های قلبی-عروقی در بیماران مرد دیابتی نوع . نشریه غدد درون‌ریز و متابولیسم ایران، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی-درمانی شهید بهشتی. دوره دهم. شماره ۲. ص: ۹۷-۹۱.

۴. بلوچی، رامین. (۱۳۹۰). تاثیر تمرینات پلایومتریک بر توان بی‌هوازی و ترکیبات بدن بسکتبالیست‌ها، پژوهش‌نامه فیزیولوژی ورزشی کاربردی. سال هفتم، شماره چهاردهم، ص: ۶۶-۵۵.

5. Lessby, G., Manuel, FJ., Jairo, N.J., Edwin, V., Diana, V. (2011). Sport influence on footprints of Colombian's power lifters, swimmers and field athletes .Pt J Sport Science.11(2):1015-1017.
6. Uzun, A., Kaya, M., Aydos, L., Kanatli, U., Esen, E. (2012). The effect of football on the sole contact areas and maximal forces of female football players. PROM. 2(4):102-109.
7. Wong, P., Chamari, K., Chaouachi, A., Mao, D., Wisloff, U., Hong, Y. (2007). Difference in plantar pressure between the preferred and non-preferred feet in four soccer related movements. Journal of Sports Medicine. 41(2):84–92.
8. Eils, E., Noltea, S., Tewesa, M., Thorwestenb, L., Völker, K., Rosenbaum, D. (2002). Modified pressure distribution patterns in walking following reduction of plantar sensation. Journal of Biomechanics. 35:1307-1313.
9. Aydos, L. (2011). Effect of wrestling on the foot sole of elite wrestlers. International Journal of Physical Sciences. 6(13):3143-3154.
10. Fonga Tik-Pui, D., Maoa, D.W., Lia, J.X., Hong, Y. (2008). Greater toe grip and gentler heel strike are the strategies to adapt to slippery surface. Journal of Biomechanics. 41:838-844.
11. Lord, S.R., McLean, D., Stathers, G. (1992). Physiological factors associated with injurious falls in older people living in the community. Gerontol. 38:338–346.
12. Sorock, G.S., Labiner, D.M. (1992). Peripheral neuromuscular dysfunction and falls in an elderly cohort. American Journal of Epidemiology.136:584-591.
13. Birtane, M., Tuna, H. (2004). The evaluation of plantar pressure distribution in obese and non-obese adults. Clinical Biomechanics Journal. 19:1055-1059.
14. Hennig, E.M., Milani, T.L. (1993). The tripod support of the foot. An analysis of pressure distribution under static and dynamic loading. Z Orthop Ihre Grenzgeb. 131:279-84.
15. Snow, R.E., Williams, K.R., Holmes, G.B. (1992). The effects of wearing high heeled shoes on pedal pressure in women. Foot & Ankle. 13:85-92.
16. Clarke, T.E. (1980). The pressure distribution under the foot during barefoot walking. Unpublished doctoral dissertation, The Pennsylvania State University, USA.
17. Aydog, S.T., Tetik, O., Demirel, H.A., Doral, M.N. (2005). Differences in sole arch indices in various sports. British Journal of Sports Medicine. 39:63-124.
18. Levangie, P.L., Norkin, C.C. (2005). Joint structure and function. 3t.h ed. F.A.Davis company. Philadelphia. 367-403.
19. Duckworth, T., Boulton, A.J.M., Betts, R.P., Franks, C.I., Ward, J.D. (1985). Plantar pressure measurements and the prevention of ulceration in the diabetic foot. Journal of Bone and Joint Surgery. 67(1):79-85.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1395.14.12.5.4]

20. Beinabaji, H., Anbarian, M., Sokhangouei, Y. (2012). The effect of flat foot on lower limb muscles activity pattern and plantar pressure characteristics during walking. Journal of Research in Rehabilitation Sciences. 8(8):1328-41.
21. Jarmo, P. (2002). Foot loading in normal and pathological walking. (Studies in Sport, Physical Education and Health 83) University of Jyväskylä.
22. Cavanagh, P.R., Hewitt, F.G., Perry, J.E. (1992). In-shoe plantar pressure measurement. a review. The Foot. 2(4):185-194.
23. Bennett, P., Duplock, L. (1993). Pressure distribution beneath the human foot. Journal of the American Podiatric Medical Association. 76: 674-678 .
۲۴. نوری، شیوا.، معمار، رغد. (۱۳۹۳). بررسی الگوی توزیع فشار کف پایی در پای راست تکواندوکار نخبه (مطالعه موردی). سومین همایش ملی دانشجویی علوم ورزشی دانشگاه شهید بهشتی. ص: ۲۹-۲۷.
۲۵. انتظاری، سمیرا.، رغد، معمار.، کاکاوند، مریم.، خوش‌جمال، سارا. (۱۳۹۴). مقایسه توزیع فشار کف پایی تکواندوکاران زن نخبه و مبتدی هنگام راه رفتن. نشریه پژوهش در توانبخشی ورزشی. دوره ۳ . شماره ۵ بهار و تابستان. ص ۲۹-۱۹.
26. Inklaar, H. (1994). Soccer injuries .II: Aetiology and prevention. Sport Medicine. 18(2):81-93 .
27. Elis, E., Streyl, M., Linnenbecker, S., Thorwesten, L., Volker, K., Rosenbaum, D. (2004). Characteristic plantar pressure distribution patterns during soccer-specific movements. American Journal of Sports Medicine. 32(1): 140-51.
28. Mueller, M.J., Sinacore, D.R., Hoogstrate, S., Daly, L. (1994). Hip and ankle walking strategies: effect on peak plantar pressures and implications for neuropathic ulceration. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation. 75: 1196-200.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1395.14.12.5.4]