



مقایسه توزیع فشار کف پایي تکواندوکاران زن نخبه و مبتدی هنگام راه رفتن

سمیرا انتظاری^{۱*}، رغد معمار^۲، مریم کاکاوند^۳، سارا خوش جمال^۴

۱ و ۳ و ۴. کارشناس ارشد دانشگاه خوارزمی

۲. استادیار دانشگاه خوارزمی

دریافت ۱۸ بهمن ۱۳۹۳؛ پذیرش ۲۶ مرداد ۱۳۹۴

چکیده

زمینه و هدف: از جمله پارامترهای مهم که اطلاعات زیادی را در خصوص عملکرد پا و مچ پای ورزشکاران حین راه رفتن و سایر فعالیتها در اختیار محققان قرار می‌دهد، می‌توان به توزیع فشار کف پایي هنگام گام برداری اشاره نمود. بنابراین هدف از این مطالعه، مقایسه توزیع فشار کف پایي، نیروی عکس‌العمل عمودی زمین و سطح تماس اندام برتر و غیر برتر تکواندوکاران زن نخبه با افراد مبتدی بود.

روش بررسی: در این تحقیق تحلیلی مقایسه‌ای ۷ ورزشکار نخبه و ۸ ورزشکار مبتدی سالم نمونه‌های موردبررسی را تشکیل داده‌اند. توزیع فشار کف پایي و نیروی عکس‌العمل عمودی زمین و سطح تماس نواحی مختلف کف پا با استفاده از سیستم emed مورد ارزیابی قرار گرفت. از روش آماری تی مستقل برای تجزیه و تحلیل نتایج استفاده شد.

یافته‌ها: نتایج تحقیق حاضر نشان داد که بین اندام‌های غیر برتر دو گروه تفاوت معناداری در میزان سطح تماس قسمت داخلی و خارجی پاشنه و سر استخوان‌های کف پایي سه، چهار و پنج وجود دارد ($p \leq 0.05$). اما در مقایسه پای برتر آن‌ها تفاوتی مشاهده نشد ($p \leq 0.05$). همچنین سر استخوان‌های کف پایي سه، چهار، پنج و انگشت شست به ترتیب در اندام‌های برتر تکواندوکاران نخبه و مبتدی به‌عنوان نقاط پر فشار انتخاب شدند.

نتیجه‌گیری: با توجه به نتایج تحقیق به نظر می‌رسد تمرینات ورزش تکواندو بر تغییر توزیع فشار کف پا علی‌الخصوص پای غیر برتر تأثیر گذار است. این تغییرات می‌تواند سبب افزایش بروز آسیب در پای ورزشکاران تکواندو گردد.

واژگان کلیدی

فشار کف پایي

نیروی عکس‌العمل زمین

سطح تماس

تکواندو

مقدمه

استفاده از اندام تحتانی در تمرینات و مسابقات تکواندو بسیار رایج است و اغلب تکنیک‌های آن توسط پا انجام می‌گیرد. اجرای ضربات قدرتمند و پرسرعت، و بدون کفش انجام دادن تمرینات و مسابقات از جمله ویژگی‌های این رشته ورزشی می‌باشد. بنابراین جهت اجرای این حرکات انجام تمرینات ویژه برای تقویت عضلات اندام تحتانی بسیار حائز اهمیت است. از این رو با توجه به نوع و ویژگی تمرینات و تکنیک‌های این رشته ورزشی، لزوم بررسی بیومکانیکی اندام تحتانی و تأثیر تمرینات مختلف بر پا در حین راه رفتن در این ورزشکاران مطرح می‌گردد.

بررسی‌های متعددی در ارتباط با پارامترهای کینتیکی و کینماتیکی حرکات مختلف رشته ورزشی تکواندو انجام گرفته است. از جمله آن می‌توان به بررسی کینتیکی و کینماتیکی متداولترین ضربات در مسابقات تکواندو اشاره نمود، که توسط لی^۱ (۱۹۸۳) انجام گرفت. همچنین محققان بسیاری نیز به مطالعه بیومکانیکی حرکات اصلی تکواندو پرداخته- اند^۲ (کروم ول، میر، میر و نیوتن ۲۰۰۷؛ اوسلیوان، فیف، پیتر و شی ۲۰۱۲). از جمله پارامترهای مهمی که اطلاعات زیادی را در خصوص عملکرد پا و مچ پای ورزشکاران حین راه رفتن و سایر فعالیت‌ها در اختیار محققان قرار می‌دهد، می‌توان به توزیع فشار کف پایي هنگام گام برداری اشاره کرد. علاوه بر این، فشار کف پایي عنصری مهم در تعیین و هدایت ناهنجاری‌هایی از قبیل پای دیابتی، اختلالات عصبی محیطی، ناهنجاری‌های عضلانی-اسکلتی^۳ (چن، هوآنگ، ایکس یو و موتیویشن ۲۰۰۸)، راه رفتن غیر نرمال^۴ (اورلین، مک پولین ۲۰۰۰)، ارزیابی کفش^۵ (مولر ۱۹۹۹) و تأثیر حرکات ورزشی بر توزیع فشار کف پا^۶ (برن فیلد ۲۰۰۴، گیوفتسیدو و کوئین، هاینز، هارداکر و کارت ۲۰۰۷) می‌باشد. اینکلار^۷ (اینکلار ۱۹۹۴)، مولر^۸ (۱۹۹۹) و الیس^۹ و

همکاران (۲۰۰۴) معتقدند که توزیع نامناسب فشار کف پایي خطر وقوع استرس فرکچر و آسیب‌های ناشی از استفاده بیش از حد از اندام (over use) از جمله رشد اضافی استخوان را در قسمت جلوی پا (خصوصاً ناحیه جلوی پا و متاتارسال‌ها) افزایش می‌دهد. بنابراین به نظر می‌رسد که به دلیل نوع حرکات پا در حین تمرینات ورزش تکواندو این ورزشکاران نیز در معرض چنین آسیبی قرار داشته باشند. از جمله مطالعات فشار کف پایي ورزشکاران نخبه می‌توان به تحقیقات پرتون و همکاران^{۱۰} (پرتون، کروولاین، کومی و هینونن ۲۰۰۰) اشاره نمود. در این پژوهش فشار کف پای ورزشکاران نخبه زن و مرد در طی دویدن با سرعت بالا جهت پرش از روی مانع مورد بررسی قرار گرفت. نتایج مطالعات آن‌ها نشان داد که فشار در ناحیه پاشنه و جلوی پا در نتیجه این تمرین افزایش می‌یابد.

همچنین یانگ لی و همکاران^{۱۱} (یانگ لی و هرتل ۲۰۱۲) در مطالعه توزیع فشار نواحی پشت، ناحیه میانی و جلویی پا در دوندگانی که دچار آسیب‌های متداول در این رشته ورزشی شده‌اند ارتباط معنی‌داری بین آسیب-های ناشی از استفاده بیش از حد (over use) و افزایش توزیع فشار در قسمت پاشنه را گزارش کرده‌اند.

سیمس و همکاران^{۱۲} (سیمس، هارداکر و کوئین ۲۰۰۷) نیز در بررسی توزیع فشار کف پا در ۳ تکنیک فوتبال تفاوت‌های معنی‌داری در مقدار نیرو و انتگرال نیرو زمان در نقاط مختلف پا در هر ۳ تکنیک مشاهده نمودند. الیس و همکاران^۹ فشار کف پایي بازیکنان فوتبال را در داخل کفش و در ۳ تکنیک مختلف ارزیابی کرده‌اند. همچنین آن‌ها تأثیر یک دوره ۶ ماهه تمرینات توسط کفش فوتبال بر توزیع فشار کف پا را نیز مورد مطالعه قرار دادند. نتایج آن‌ها نشان داد که در زمان اجرای هر تکنیک نیرو و فشار از نقاطی از پا به نقاط دیگر منتقل می‌شود و انجام یک دوره تمرینات به وسیله کفش نیز باعث افزایش اوج فشار در اغلب نقاط پا می‌گردد.

1. Lee

2. Cromwell, Meyers, Meyers, & Newton, O Sullivan, Fife, Pieter, & Shin

3. Chen, Huang, Xu, & Motivation

4. Orlin & McPolin

5. Mueller

6) Burnfield; Gioftsidou; Queen, Hayens, Hardaker, & and Carrett .

7. Inklaar

8. Mueller

9. Elis, Strey, Linnenbecker, Thorwesten, Volker, & Rosenbaum

10. Perttunen, Kyrolainen, Komi, & Heinonen,

11. Young lee & Hertel

12. Sims, Hardaker, & Queen

انجام شده در خصوص توزیع فشار کف پایي ورزشکاران به چشم می خورد این است که بررسی فشار کف پایي و تأثیر تمرینات ورزشی بر توزیع آن در بین ورزشکاران برخی رشته ها به ویژه رشته های رزمی بسیار محدود می باشد. در این ارتباط می توان به مطالعات زدونار و همکاران^{۱۸} (زدونار، لوتونسکا، رگولی، سبراووسپالس ۲۰۱۲)

اشاره نمود. در این پژوهش مقایسه توزیع فشار کف پا در کاراته کارانی که تمرینات خود را در سطح نرم (تاتومی) انجام می دهند و کاراته کارانی که در سطح سخت (فاقد تاتومی) به اجرای تمرینات می پردازند مورد مطالعه قرار گرفت. مطالعات آن ها نشان دهنده ایجاد تفاوت در شکل گیری قوس طولی و عرضی پای دو گروه ورزشکار می باشد. تئودرون و همکاران^{۱۹} (ماریان و رازوان ۲۰۱۴) نیز به بررسی رابطه بین سرعت ضربه در کاراته و مقدار اوج فشار کف پا پرداخته اند و وجود ارتباط مثبت بین سرعت و اوج فشار را گزارش نمودند. بنابراین با توجه به محدود بودن تحقیقات در این زمینه و عدم وجود اطلاعات کافی جهت تأیید مؤثر بودن تمرینات رشته های رزمی از جمله تکواندو بر توزیع فشار کف پا این سؤال مطرح می گردد که آیا توزیع فشار کف پای افراد نخبه در رشته تکواندو می تواند تحت تأثیر اجرای تمرینات این رشته ورزشی قرار گرفته باشد.

روش بررسی

تحقیق حاضر از نوع تحلیلی و مقایسه ای نیمه تجربی می باشد که در آن نمونه ها به صورت در دسترس و از بین تکواندوکاران زن نخبه (وزن ۵۴/۷۵ kg و سن ۲۲/۳۷ سال) و افراد مبتدی (وزن ۵۹kg و سن ۲۰ سال) انتخاب شدند. کلیه افراد شرکت کننده در این مطالعه از لحاظ انحرافات ستون مهره ها و ناهنجاری های اندام تحتانی مورد ارزیابی قرار گرفته و فاقد هرگونه ناهنجاری اسکلتی و آسیب دیدگی اندام تحتانی تأثیرگذار بر الگوی راه رفتن بودند. پیش از انجام آزمون ابتدا مراحل آزمون برای افراد توضیح داده شد. همچنین با امضای فرم رضایت نامه موافقت خود را از شرکت در این پژوهش اعلام نمودند. سپس پای غالب افراد با استفاده از آزمون سقوط در حالت چشم بسته و پرسشنامه

سگال و همکاران^{۱۳} (سیگال، اولکام، یلماز و کاکیروگلو ۲۰۰۴) در مطالعه ای، توزیع فشار کف پا در ۶ سرعت متفاوت را مورد بررسی قرار داده اند و با توجه به حد آستانه اوج فشار که در مقالات کاوانا^{۱۴} (کوانا، هویت و پری ۱۹۹۲) گزارش شده است، به انتخاب مناسب ترین سرعت راه رفتن در بیماران دیابتی پرداختند. و از این طریق از اعمال فشار بیش از حد به پای این افراد در سرعت های مختلف جلوگیری نمودند. بر اساس نتایج مطالعات آن ها، افزایش سرعت می تواند باعث افزایش اوج فشار در ناحیه انگشت شست و پاشنه شده ولی در ناحیه میانی پا این افزایش در اوج فشار در مراحل ابتدایی تغییرات سرعت رخ می دهد و سپس به سطح ثابتی می رسد و البته در برخی نواحی نیز مانند لبه خارجی پا تغییرات معنی داری مشاهده نکرده اند. آی جو هو و همکاران^{۱۵} (آی جو هو، هو، یانگ و چن ۲۰۱۰) مقایسه ای را در توزیع فشار پا بین سرعت های مختلف و شیب های متفاوت در تردمیل انجام دادند و نتایج آن ها نشان داد که افزایش شیب باعث افزایش اوج فشار در انگشت شست و لبه داخلی پا و کاهش اوج فشار در ناحیه پاشنه می شود. همچنین با افزایش سرعت، اوج فشار در ناحیه پاشنه و انگشت شست و لبه داخلی پا افزایش می یابد. نگل و همکاران^{۱۶} (نگل، فرنهولز، کیبل و روزنباوم ۲۰۰۷) دریافتند که در دوی مسافت، توزیع فشار پا در ناحیه متاارسال افزایش می یابد که این پدیده مستعد بودن این افراد به استرس فرکچر را نشان می دهد. رافائل و همکاران^{۱۷} (رافائل، براز، کاستاو و کاروالهو ۲۰۱۰) در پژوهشی ارتباط زاویه Q و توزیع فشار پای ۵۰ بازیکن فوتبال را مورد ارزیابی قرار داده اند؛ و گزارش کرده اند که بین زاویه Q و توزیع فشار کف پا ارتباط ضعیفی وجود دارد. همچنین سیگالی و همکاران^{۱۳} میزان نیروی عکس العمل زمین در بازیکنان فوتبال و افراد غیر ورزشکار را اندازه گیری نموده و نشان داده اند که این ورزشکاران در نواحی مختلف پای خود نیروی عکس العمل بیشتری را به ویژه در زمان حرکت روبه جلو به زمین اعمال می کنند؛ و اعلام نمودند که افزایش این پارامتر در بازیکنان می تواند به دلیل داشتن عضلات قوی تر در اندام تحتانی باشد. نکته ای که در تحقیقات

13. Cigali, Ulucam, Yilmaz, & Cakiroglu

14. Cavanagh, Hewitt, & Perry

15. I-Ju-Ho, Hou, Yang, Wu, Chen, & Guo,

16. Nagel, Fernholz, Kibele, & Rosenbaum.

17. Rafael, Braz, Gustavo, & Carvalho

18. Zvonar, Lutonska, Reguli, Sebera, & Vespalec

19. Marian Daniel & Razvan-Liviu

پای برتر واترلو^{۲۰} (لرین، بریدن و بولمان ۱۹۹۸) تعیین گردید. به منظور اندازه‌گیری فشار کف پایي و نیروی عکس-العمل و سطح تماس نقاط مختلف کف پا از پلت فرم emedC50 با فرکانس ۵۰ هرتز استفاده گردید که اعتبار و پایایی و دقت اندازه‌گیری آن در تحقیقات گذشته ذکر گردیده

است.^{۲۱} (بوید، بنتراگر، مولریوپری ۱۹۹۷؛ مورفی، بیان، میکلسون و وک ۲۰۰۵؛ راماناسان، کیران، آرنولد، ونگ و ابود ۲۰۱۰). پلت فرم در مرکز راهرویی به طول شش متر قرار داشت تا از هرگونه شتاب گیری و کاهش شتاب در آغاز و پایان گام برداری جلوگیری به عمل آید.^{۲۲} (پوتی، آمولد، کانچرین و ابود ۲۰۰۸) نرم افزار دستگاه نیز به وسیله شرکت سازنده آن (Novel) طراحی و عرضه شده است و توانایی کالیبره کردن سنسورها، انتقال، ذخیره و نمایش فشارهای وارد شده بر حسگرها را در حین راه رفتن دارد.^{۲۱} (رامانسن و همکاران ۲۰۱۰). سپس از شرکت کنندگان خواسته شد تا چندین مرتبه با سرعت طبیعی و بدون کفش در طول مسیر به صورت آزمایشی جهت آشناسازی با محیط راه بروند پس از شروع آزمون از افراد خواسته شد که با همان سرعت طبیعی در مسیر راهرو گام بردارند. چنانچه فرد بدون تغییر در الگوی طبیعی راه رفتن پای خود را در مرکز پلت فرم قرار می‌داد این تکرار به عنوان تکراری موفق از او به ثبت می‌رسید. پنج تکرار موفق برای هر کدام از اندام‌های تحتانی به ثبت رسید که از این پنج گام، به وسیله نرم افزار Avarage میانگین گیری شده و یک گام به عنوان میانگین تعیین گردید. سپس با استفاده از نرم افزار Automask هر کدام از اندام‌های تحتانی به ۱۰ مسک (ناحیه) تقسیم بندی گردید (تصویر ۱). پارامترهای اوج فشار^{۲۳} kpa، اوج نیرو^{۲۴} Bw% و سطح تماس^{۲۵} Cm برای هر کدام از پاها توسط نرم افزار Multimaskevaluation محاسبه شدند. این مسک‌ها به صورت زیر نام گذاری می‌شوند.

²⁰.Lorin J, Bryden, & Bulman-Fleming

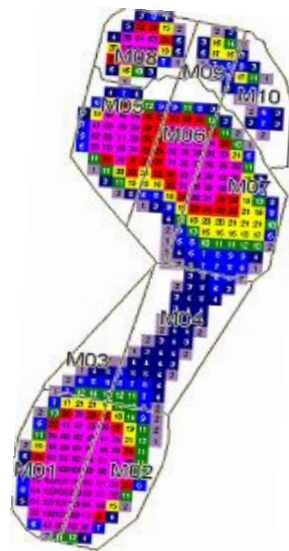
²¹ . Boyd, Bontrager, Mulroy, & Perry; Murphy, Beynnon, Michelson, & Vacek; Ramanathan, Kiran, Arnold, Wang, & Abboud

²². Putti, Arnold, Conchrane, & Abboud

²³.kilopascal

²⁴.Body weight

²⁵.Cantimeter



شکل ۱: موقعیت ۱۰ مسک در کف پا

M1=لبه داخلی پاشنه	M6=متاتارسال دوم
M2=لبه خارجی پاشنه	M7=متاتارسال های سه، چهار و پنج
M3=قسمت داخلی وسط پا	M8=انگشت شست
M4=قسمت خارجی وسط پا	M9=انگشت دوم
M5=متاتارسال اول	M10=انگشت سه، چهار و پنج

اندام‌ها در جدول‌های ۲ (پای برتر)، ۳ (پای غیر برتر) ارائه گردیده است. نتایج مقایسه اندام‌های تحتانی دو گروه نخبه و مبتدی با استفاده از روش آماری تی مستقل در تحقیق حاضر نشان داد که تفاوت معنی‌داری در سطح تماس نواحی لبه داخلی و خارجی پاشنه (مسک ۱ و ۲) و متاتارسال‌های ۵-۳ بین اندام‌های غیر برتر دو گروه وجود دارد (جدول ۳). در مقایسه نیروهای عکس‌العمل زمین (اوج نیرو) و اوج فشار مربوط به هر ناحیه بین اندام‌های برتر و غیر برتر (جدول ۲ و ۳) هیچ تفاوت معنی‌داری در دو گروه مشاهده نگردید.

تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS نسخه ۲۲ انجام شد. پس از بررسی نرمال بودن توزیع داده‌ها به وسیله آزمون کولموگروف اسمیرنوف، از آمار توصیفی (میانگین و انحراف معیار) جهت نمایش الگوی توزیع فشار در هر کدام از اندام‌ها استفاده گردید. به منظور مقایسه حداکثر نیرو، اوج فشار و سطح تماس نواحی مختلف کف پا در اندام‌های برتر و غیر برتر بین دو گروه از آمار استنباطی تی مستقل در سطح معنی‌داری ($P \leq .05$) استفاده گردید.

یافته‌ها

مشخصات فردی نمونه‌ها در هر گروه و توزیع فراوانی مربوط به سن، وزن، قد و شاخص توده بدنی در جدول ۱ و میانگین و انحراف معیار پارامترهای مورد بررسی شامل اوج فشار، سطح تماس و اوج نیرو در مسک‌های مختلف در هر کدام از

جدول ۱: میانگین و انحراف استاندارد سن، قد، وزن و شاخص توده بدنی تکواندوکاران زن نخبه و مبتدی

پارامتر	نخبه		مبتدی	
	میانگین	انحراف استاندارد	میانگین	انحراف استاندارد
سن	۲۲/۳۷	۲/۹۷۳	۲۰	۳/۸
وزن	۵۴/۷۵	۵/۱۴۸	۵۹	۱۱/۹
قد	۱۶۶/۸۸	۴/۰۱۶	۱۶۵/۶	۲/۶
شاخص توده بدنی (BMI)	۱۹/۵۸	۱/۲۲	۱۹/۷	۱/۸

جدول ۲: میانگین، انحراف معیار و سطح معناداری پارامترهای منتخب (حداکثر نیرو (BW%)، حداکثر فشار (Kpa)، سطح تماس (cm²) پای برتر تکواندوکاران زن نخبه و مبتدی

مسک	پ پارامتر	گروه		مسک	پارامتر	گروه		P-Value
		نخبه	مبتدی			نخبه	مبتدی	
۱	سطح تماس	۱۶/۶۴	۱۷/۳	۶	سطح تماس	۱۱/۴	۱۱/۵	۰/۰۹
		(۱/۵)	(۲)			(۱)	(۲)	
	حداکثر فشار	۲۱۲	۱۷۵	۶	حداکثر فشار	۱۶۹	۱۸۹	۰/۵۲
		(۹/۴۶)	(۳۳)			((۵۱))	(۴۹)	
حداکثر نیرو	۲۷	۲۸	۶	حداکثر نیرو	۱۸/۶	۱۸/۶	۰/۹۸	
	(۴)	(۸)			(۵/۴)	((۴/۵))		
۲	سطح تماس	۱۶/۵	۱۶/۹	۷	سطح تماس	۲۵/۳	۲۴/۶	۰/۶۹
		(۱/۴)	(۱/۳)			(۳/۶)	(۳/۲)	
	حداکثر فشار	۲۰۰	۱۶۶	۷	حداکثر فشار	۲۱۶	۱۸۴	۰/۱۷۴
		(۳۸)	(۳۶)			(۴۶)	(۴۰)	
حداکثر نیرو	۲۴	۲۲	۷	حداکثر نیرو	۳۱/۹	۲۸	۰/۳۹	
	(۵)	(۶)			(۴/۷)	(۱۰)		
۳	سطح تماس	۲/۶	۴/۴	۸	سطح تماس	۹/۶	۹/۲	۰/۶۴
		(۱/۳)	(۳/۲)			(۱/۸)	(۱/۵)	
	حداکثر فشار	۸۳	۷۵	۸	حداکثر فشار	۱۲۷	۲۵۶	۰/۱۵
		(۱۷)	(۱۲)			(۶۵)	(۲۱۵)	
حداکثر نیرو	۱	۲	۸	حداکثر نیرو	۸/۵	۱۳	۰/۲۱	
	(۰/۸)	(۰/۹)			(۳/۳)	(۸/۵)		
۴	پارامتر	نخبه	مبتدی	۹	پارامتر	نخبه	مبتدی	P-Value

P-Value	مبتدی	نخبه	پارامتر	P-Value	مبتدی	نخبه	پارامتر
۰/۶۵	۴/۸ (۱/۴) ۱۱۳	۴/۵ (۰/۹۱) ۹۷	سطح تماس	۰/۸۶	۲۳/۹ (۵/۱) ۷۵	۲۳/۴ (۵/۳) ۸۸	سطح تماس
۰/۵۷	(۵۵) ۳/۷	(۵۰) ۲/۶	حداکثر فشار	۰/۲۵	(۱۲) ۱۱	(۲۳) ۱۴	حداکثر فشار
۰/۳۱	(۲/۵)	(۱)	حداکثر نیرو	۰/۴۶	(۴/۶)	(۸/۵)	حداکثر نیرو
۰/۶۱	۷/۷ (۲/۵) ۵۵	۷/۱ (۱/۴) ۵۷	سطح تماس	۰/۹	۱۲/۳ (۲) ۱۳۳	۱۲/۴ (۲) ۱۲۵	سطح تماس
۰/۸۵	(۲۵) ۲/۵	(۱۸) ۲	حداکثر فشار	۰/۷۸	(۴۱) ۱۱	(۷۰) ۱۲	حداکثر فشار
۰/۵۱	(۱/۶)	(۱)	حداکثر نیرو	۰/۵۴	((۴)	(۳)	حداکثر نیرو

جدول ۳: میانگین، انحراف معیار و سطح معناداری پارامترهای منتخب (حداکثر نیرو (BW%)، حداکثر فشار (Kpa)، سطح تماس (cm²) پای غیر برتر تکواندوکاران زن نخبه و مبتدی

P-Value	مبتدی	نخبه	پارامتر	مسک	P-Value	مبتدی	نخبه	پارامتر	مسک
۰/۱۵	۱۰ (۰/۸۹) ۱۸۸	۱۱/۵ (۱/۵) ۱۹۱	سطح تماس	۱۰	۰/۰۳۱**	۱۵/۴ (۰/۸۴) ۱۸۴	۱۷ (۱/۵) ۲۲۲	سطح تماس	۱
۰/۸۹	(۵۸) ۱۷/۶	(۳۳) ۱۸	حداکثر فشار	۶	۰/۱۸	(۴۰) ۲۶	(۶۳/۶) ۲۷	حداکثر فشار	۱
۰/۸۸	(۵/۴)	(۵/۲)	حداکثر نیرو		۰/۷۹	(۷)	(۴/۸)	حداکثر نیرو	
۰/۰۳۵**	۲۳ (۲/۴) ۲۰۳	۲۶ (۲/۴) ۲۰۸	سطح تماس	۷	۰/۰۲۳**	۱۵ (۰/۶۶) ۱۸۱	۱۶/۹ (۱/۷) ۲۱۸	سطح تماس	۲
۰/۶	(۹۰)	(۵۷)	حداکثر فشار		۰/۲۰	(۴۱)	(۶۳)	حداکثر فشار	

۰/۹۰۷	۳۳ (۵/۹)	۳۳ (۱۰)	حداکثر نیرو	۰/۷۳	۲۵ (۵/۳)	۲۴ (۴/۷)	حداکثر نیرو	
P-Value	مبتدی	نخبه	پارامتر	P-Value	مبتدی	نخبه	پارامتر	
۰/۷۳	۸/۹ (۲/۶)	۸/۵ (۲/۱)	سطح تماس	۰/۸	۲/۵ (۱/۹)	۲/۷ (۱/۴)	سطح تماس	
۰/۵۹	۲۰۱ (۱۹۱)	۱۵۹ (۷۰)	حداکثر فشار	۰/۵۵	۷۳ (۲۱)	۸۲ (۳۴)	حداکثر فشار	۳
۰/۶۷	۱۱ (۱۰/۲)	۹/۳ (۵/۲)	حداکثر نیرو	۰/۵۴	۱/۴ (۱/۳)	۱/۸ (۱)	حداکثر نیرو	
P-Value	مبتدی	نخبه	پارامتر	P-Value	مبتدی	نخبه	پارامتر	
۰/۵۱	۵/۶ (۳/۱)	۴/۶ (۲/۷)	سطح تماس	۰/۲۲	۲۰ (۴/۱)	۲۳/۵ (۶)	سطح تماس	
۰/۵۵	۹۰ (۵۷)	۷۵ (۲۶)	حداکثر فشار	۰/۲۵	۷۹ (۱۵)	۹۷ (۴۰)	حداکثر فشار	۴
۰/۴۹	۳/۲ (۲/۸)	۲/۴ (۱/۲)	حداکثر نیرو	۰/۵۲	۱۱/۴ (۳/۹)	۱۳/۸ (۹/۸)	حداکثر نیرو	
P-Value	مبتدی	نخبه	پارامتر	P-Value	مبتدی	نخبه	پارامتر	
۰/۷۵	۵/۹ (۲/۳)	۵/۵ (۲/۴)	سطح تماس	۰/۷۷	۱۱/۷ (۱/۵)	۱۱/۹ (۲/۱)	سطح تماس	
۰/۸۹	۷۹ (۴۶)	۷۵ (۵۹)	حداکثر فشار	۰/۲۳	۱۲۲ (۲۵)	۱۶۵ (۹۳)	حداکثر فشار	۵
۰/۵۶	۰/۳ (۲/۵)	۲/۵ (۲/۳)	حداکثر نیرو	۰/۵۹	۱۱/۷ (۴/۵)	۱۳ (۶/۴)	حداکثر نیرو	

بحث

سطح تماس نقاط مختلف کف پا بین اندام‌های برتر و غیر برتر در دو گروه تکواندوکاران زن نخبه و مبتدی می‌باشد. نتایج مقایسه توزیع فشار، نیروی عکس‌العمل و سطح تماس بین شرکت‌کنندگان در این تحقیق نشان می‌دهد که بین اندام غیر برتر ورزشکاران نخبه و مبتدی در سطح تماس نواحی مختلف کف پا تفاوت معنی‌دار وجود دارد. با توجه به آنالیز مسک‌های مختلف کف پا در افراد مبتدی و نخبه از لحاظ بررسی اندام غالب پس از مشخص نمودن اندام‌های

عوامل مختلفی در ایجاد عدم تشابه توزیع فشار بین اندام‌های تحتانی افراد مختلف وجود دارد. از جمله آن می‌توان به ساختار آناتومیکی، اسکلتی، نحوه راه رفتن افراد، سن، جنس و شاخص توده بدنی اشاره نمود. بنابراین شاید بتوان عواملی نظیر نحوه فعالیت افراد و نوع رشته ورزشی آن‌ها را نیز تأثیرگذار دانست. بنابراین هدف از تحقیق حاضر مقایسه توزیع فشار کف پایي و نیروی عکس‌العمل عمودی زمین و

لطیف آیدوز^{۲۷} (آیدوز ۲۰۱۱) نیز مطالعه‌ای بر روی کشتی
گیران و افراد غیر ورزشکار انجام داد

برتر و غیر برتر هر دو گروه با استفاده از روش سقوط با چشم‌بسته، همچنین پرسشنامه پای برتر واترلو توزیع فشار کف پای برتر و غیر برتر نیز بین دو گروه مورد بررسی قرار گرفت که در توزیع فشار کف پای، نیروی عکس‌العمل زمین و سطح تماس بین پای غالب این افراد تفاوت معنی‌داری مشاهده نگردید. اما در این اندام نیز از نقطه نظر توزیع بیشینه فشار در نواحی مختلف بین افراد مبتدی و نخبه تفاوت‌هایی وجود دارد. به طوری که در اندام غالب افراد نخبه بیشترین اوج فشار در ناحیه متاتارسال ۳-۵ و در افراد مبتدی در انگشت شست می‌باشد، ولی کمترین اوج فشار در هر دو گروه در ناحیه سه انگشت آخر مشاهده گردید. نیروی عکس‌العمل و سطح تماس کف پا در هر دو گروه در این اندام مشابه بود.

بررسی توزیع فشار در پای غیر برتر بین این افراد نیز نشان داد که تمرینات رشته ورزشی تکواندو بیشتر در این اندام (پایی که در هنگام اجرای ضربه توسط اندام غالب، متحمل وزن فرد شده و حفظ تعادل فرد را بر عهده دارد) تأثیرگذار بوده است؛ به طوری که تفاوت‌های معنی‌داری در سطح تماس نواحی پاشنه و متاتارسال ۳-۵ بین پای غیر برتر دو گروه مشاهده گردید. ترتیب توزیع اوج فشار نیز در نواحی مختلف این اندام در بین دو گروه متفاوت می‌باشد. به طوری که بیشترین اوج فشار در افراد نخبه در لبه خارجی پاشنه و در افراد مبتدی در قسمت متاتارسال ۳-۵ بوده و کمترین اوج فشار کف پا نیز در هر دو گروه مشابه بود. مهم‌ترین هدف از آنالیز فشار کف پا، مشخص نمودن نحوه توزیع فشار در نواحی مختلف آناتومیکی پا می‌باشد که با توجه به نتایج مطالعات بسیاری از محققان، در هنگام راه رفتن بیشترین فشار در انگشت شست و کمترین فشار در قسمت میانی پا اعمال می‌گردد^{۲۶} (بنت و دوپلاک ۱۹۹۳). همچنین بر اساس گزارش‌های کاوانا^{۱۴} نحوه توزیع فشار در افراد بالغ الگویی مشابه دارد. در تحقیق حاضر نیز توزیع فشار اندام برتر و غیر برتر افراد مبتدی مشابه نتایج مطالعات محققان فوق می‌باشد. در حالی که توزیع اوج فشار اندام برتر و غیر برتر افراد نخبه الگوی متفاوتی دارد. بنابراین می‌توان تصور نمود که این تفاوت در نحوه توزیع فشار در افراد نخبه به دلیل انجام تمرینات ورزشی آن‌ها می‌باشد.

به آسیب‌های بافت و عضلات پا گردد. البته با توجه به در نظر گرفتن این امر که بررسی حاضر در افراد سالم با دامنه سنی و میانگین شاخص توده بدنی محدود صورت گرفته است، برای همه گروه‌های سنی در این ورزشکاران قابل تعمیم نمی‌باشد. به نظر می‌رسد انجام تحقیقات بیشتری در دامنه‌های سنی مختلف و همچنین پیشکسوتان این رشته ورزشی ضروری می‌باشد. همچنین مقایسه نحوه توزیع فشار در ورزشکارانی که دچار آسیب‌دیدگی‌های متداول در این ورزش شده‌اند نیز اهمیت دارد.

تشکر و قدردانی

کلیه بررسی‌های اجرایی مربوط به این پژوهش در کلینیک پا و با حمایت‌های همه‌جانبه آن مرکز صورت گرفته است که بدین وسیله از اعضای آن مرکز تشکر و قدردانی می‌گردد.

به تفاوت‌های معنی‌داری بین سطح تماس اندام راست و چپ در این دو گروه دست‌یافت، که با نتایج نحوه توزیع فشار در پای غالب و غیر غالب این تحقیق مطابقت دارد. بر اساس نتایج بسیاری از مطالعات^{۱۴}، انگشت شست نسبت به سایر نواحی دارای حداکثر فشار بوده و استخوان کفپایی دوم، پاشنه و سایر استخوان‌های کفپایی در مراتب بعدی قرار دارند. که با نتایج تحقیق حاضر در افراد مبتدی مطابقت داشته ولی با افراد نخبه تفاوت داشت.

نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش چگونگی اثر ورزش تکواندو بر تغییرات توزیع فشار کف پا را نشان می‌دهد، که در فهم بیومکانیک پا در تعیین نیازهای خاص حرکتی افراد ماهر و مبتدی مهم است. این تغییرات در توزیع فشار و سطح تماس در برابر نیروهای اعمالی در این ورزشکاران می‌تواند سبب ایجاد حرکات غیرطبیعی و اعمال استرس و مستعد شدن این افراد

References

- Aydos, L. (2011). Effect of wrestling on the foot sole of elite wrestlers. *International Journal of the Physical Science*, 6(13), 3143-3154 .
- Bennett, P., & Duplock, L. (1993). Pressure distribution beneath the human foot. *Journal American Pod Med Assoc* ۶۶, B, 674-678 .
- Boyd, L., Bontrager, E., Mulroy, S., & Perry, j. (1997). The reliability and validity of the novel Pedar system of in-shoe pressure measurement during free ambulation. *Gait and Posture*, 5(2), 165-165 .
- Burnfield, J. (2004). The influence of walking speed and footwear on plantar pressure in older adults. *Clinical Biomechanics*, 19, 78-84 .
- Cavanagh, P., Hewitt, F., & Perry, J. (1992). In-shoe plantar pressure measurement :a review. *The Foot*, 2, 185-194 .
- Chen, M., Huang, B., Xu, Y., & Motivation, A. (2008). Intelligent shoes for abnormal gait detection. *IEEE ICRA*, 2019-2024 .
- Cigali, B., Ulucam, E., Yilmaz, A., & Cakiroglu, M. (2004). Comparition of Asymmetries in ground reaction force patterns between normal human gait and football players. *Biology of Sport*, 21(3), 241-248 .
- Cromwell, R., Meyers, R., Meyers, P., & Newton, R. (2007). Taekwondo:an effective exercise for improving balance and walking ability in older adults. *J Gerontol .A. Biol.Sci.Med.Sci*, 62, 641-646 .
- Elis, E., Strey1, M., Linnenbecker, S., Thorwesten, L., Volker, K., & Rosenbaum, D. (2004). Characteristic plantar pressure distribution patterns during soccer - specific movement. *American Journal Sport Medicine*, 32(1), 140-151 .
- Gioftsidou, A., Malliou, P., Pafis, G., Beneka ,A., Godolias, G., & and Maganaris, C. (2006). The effect of soccer training and timing of balance training on balance ability *European journal of applied physiology*, 96, 659-664 .
- I-Ju-Ho, Hou, Y.-Y., Yang, C.-H., Wu, W.-L., Chen, S.-K., & Guo, a. L.-Y. (۲۰۱۰). Comparison of plantar pressure distribution between different speed and incline during treadmill jogging. *Journal of Sport Science*, 9, 154-160 .
- Inklaar, H. (1994). Soccer injuries .II:Aetiology and prevention. *Sport Medicine*, 18(2), 81-93 .
- Lee ,S. (1983). Frequency analysis of the taekwondo techniquse used in a tournament *Journal of Taekwondo*, 46, 122-130 .
- Lorin J, E., Bryden, M., & Bulman-Fleming, M. (1998). Footendness is a better predictor than is handedness of emotional lateralization. *Neuropsychologia*, 36(1), 37-43 .
- Marian Daniel, T., & Razvan-Liviu, P. (2014). Correlation between plantar pressure and striking speed in karate-do. *Procadia-Social Behavioral Sciences*, 117, 357-360 .

- Mueller, M. (1999). Application of plantar Pressure assessment in footwear and insert design. *The* 29, 747-755 .
- Murphy, D., Beynnon, B., Michelson, J., & Vacek, P. (2005). Efficacy of plantar loading parameters during gait in terms of reliability ,variability,effect of gender and relationship between contact area and plantar pressure *Foot & Ankle International*, 26(2), 171-179 .
- Nagel, A., Fernholz, F., Kibele, C., & Rosenbaum, D. (2007). Long distance running increases plantar pressure beneath the metatarsal heads A barefoot walking investigation of 200 marathon runners *Gait & posture*, 27, 152-155 .
- O Sullivan, D., Fife, G., Pieter, W., & Shin, I. (2012). Safety performance evaluation of teakwondo headgear. *Br J Sports Med*, 47(7), 447-451 .
- Orlin, M., & McPolin ,T. (2000). Plantar Pressure Assessment *Physical therapy*, 80, 399-409 .
- Perttunen, J., Kyrolainen, H., Komi, P., & Heinonen, A. (2000). Biomechanical loading in the triple jump. *Journal Sport Science*, 18(5), 363-370 .
- Putti, A., Arnold, G., Conchrane, L& ,Abboud, R. (2008). Normal pressure values and repeatability of the of the Emed ST4 system *Gait and posture*, 27(3), 501-505 .
- Queen, R., HAYNES, B., Hardaker, W., & and Carrett, W. (2007). Forefoot loading during 3 athletic tasks. *The American journalof sports medicine*, 35, 630-636 .
- Journal of orthopaedic and sport physicaltherapy,
- Rafael, G., Braz, Gustavo, A., & Carvalho. (2010). Relationship between quadriceps angle (Q) and plantar pressure distribution in football players. *Rev Bras Fisioter*, 14(4), 296-302 .
- Ramanathan, A., Kiran, P., Arnold, G ,Wang, W., & Abboud, R. (2010). Repeatability of the pedar -X in shoe pressure measuring system. *Foot Ankle Surg*, 16(2), 70-73 .
- Segal, A., Rohr, E., Orenduff, M., Shofer, J., O Brien, M., & Sangeorzan, B. (2004). The effect of walking speed on peak plantar pressure. *Foot Ankle Int*, 25(12), 926-933 .
- Sims, H., Hardaker, W., & Queen, R. (2007). Gender differences in plantar loading during three soccer specific tasks. *British Journal Sport Medicine*, 42(4), 272-277 .
- Young lee, S., & Hertel, J. (2012). Effect of Static foot Alignment on plantar pressure Measures During Running. *Journal of Sport Rehabilitation*, 21, 137-143 .
- Zvonar, M., Lutonska, K., Reguli, Z., Sebera, M., & Vespalec, T. (2012). Influence of combative sport on state of plantar pressure. *Journal of Arts Anthropology*, 12(1), 30-35.