

## اثر تغییرات شیب گوه داخلی و خارجی پاشنه بر پارامترهای مکانیکی پا در حین راه رفتن بیماران دیابتی با زخم پا

### چکیده

ابراهیم عبدی<sup>۱\*</sup>، منصور اسلامی<sup>۱</sup>، محمد تقی پور<sup>۲</sup>

۱. گروه بیومکانیک ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه مازندران، مازندران، ایران.  
۲. مرکز تحقیقات اختلال حرکت، دانشگاه علوم پزشکی بابل، مازندران، ایران.

دریافت: ۱۳۹۶/۳/۱۴ پذیرش: ۱۳۹۶/۹/۲۹

**هدف:** استفاده از روش شیب دادن به پا برای کاهش اوج فشار و زمان اعمال فشار در مناطق کف پا ابهاماتی وجود دارد. بنابراین هدف از پژوهش حاضر بررسی اثر تغییرات شیب گوه داخلی و خارجی بر پارامترهای مکانیکی زخم پا می‌باشد.

**روش‌ها:** در این پژوهش از ۱۵ بیمار با میانگین سنی  $27.01 \pm 6.33$  سال استفاده شد. همچنین گوه‌های ۳، ۶، ۹ و ۱۱ درجه در دو شرایط پوشش داخلی و خارجی در پاشنه بیماران جاسازی می‌شد و بیماران از روی صفحه فشارسنج عبور می‌کردند. برای هر یک از شرایط پوششی بیمار سه بار آزمون را تکرار می‌کرد. میانگین این تکرارها به عنوان اطلاعات اصلی از پای بیمار در آنالیز آماری واریانس با داده‌های مکرر استفاده گردید. **یافته‌ها:** در مقایسه با شرایط کنترل (پای برهنه)، نتایج پژوهش نشان داد که با افزایش شیب گوه در قسمت بیرونی پاشنه اوج فشار در مناطق سر متاتارس سه، چهار و پنج کاهش و در سر متاتارس‌های یک و دو به صورت معنی‌داری افزایش پیدا کرد ( $p=0.01$ ). همچنین با افزایش شیب گوه‌ی داخلی پاشنه، اوج فشار در متاتارس‌های سه، چهار و پنج افزایش و در سر متاتارس‌های یک و دو کاهش معنی‌داری نشان داد ( $p=0.01$ ). اوج زمان اعمال فشار، در مناطق سر متاتارس‌های سه، چهار و پنج در گوه‌های ۳ درجه خارجی پاشنه و ۹ و ۱۱ درجه داخلی پاشنه و در مناطق سر متاتارس‌های یک و دو در گوه‌های ۹ و ۱۱ درجه خارجی و ۱۱ درجه داخلی پاشنه اوج زمان اعمال فشار افزایش معنی‌داری را نشان داد ( $p=0.01$ ).

**نتیجه‌گیری:** اثر تغییرات شیب گوه‌ی پاشنه در بین اوج فشار و اوج زمان اعمال فشار در سر استخوان‌های متاتارس‌سال، متفاوت مشاهده شد. همچنین شیب متوسط ۶ درجه خارجی می‌تواند برای کاهش اوج فشار در سر متاتارس‌های سه، چهار و پنج و همچنین شیب ۶ درجه‌ی داخلی برای کاهش اوج فشار در سر متاتارس یک مناسب باشد.

**کلید واژگان:** بیماران دیابتی، اوج فشار، زمان اعمال فشار، گوه‌ی پاشنه

\* نویسنده مسئول: گروه بیومکانیک ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه مازندران، مازندران، ایران.

تلفن: ۰۹۳۰ ۲۷۷۱۵۲۳

E-mail: abdi.sportinglife@gmail.com

### مقدمه

اتفاق می‌افتد و تقریباً علت بیش از نیمی از موارد، قطع عضو غیر تروماتیک می‌باشد، که ۸۰٪ آن را زخم پای دیابتی به خود اختصاص داده است (۴) و (۵).

مطالعات، افزایش موضعی فشار و زمان اعمال فشار در مناطق کف پا را مهم‌ترین مکانیسم خطر مکانیکی زخم پای غیر تروماتیک بیماران دیابتی گزارش کرده‌اند (۶، ۷). در بیماران دیابتی، به دلیل محدود بودن تحرک پذیری مفاصل مچ پا و زانو، مکانیسم جذب شوک در این مفاصل

شیوع بیماری دیابت در دنیا افزایش پیدا کرده به طوری که در ایران ۷ الی ۱۰ درصد جمعیت مبتلا به دیابت می‌باشند (۱). یکی از مشکلات اساسی بیماران دیابتی، زخمی شدن پای آن‌هاست که در نهایت به قطع اندام منجر می‌شود (۲). طبق مطالعات ۲۰٪ موارد بستری بیماران دیابتی ایرانی، ناشی از مشکلات پای آن‌هاست (۳). سالیانه بیش از یک میلیون قطع عضو در دنیا

(۱۴).

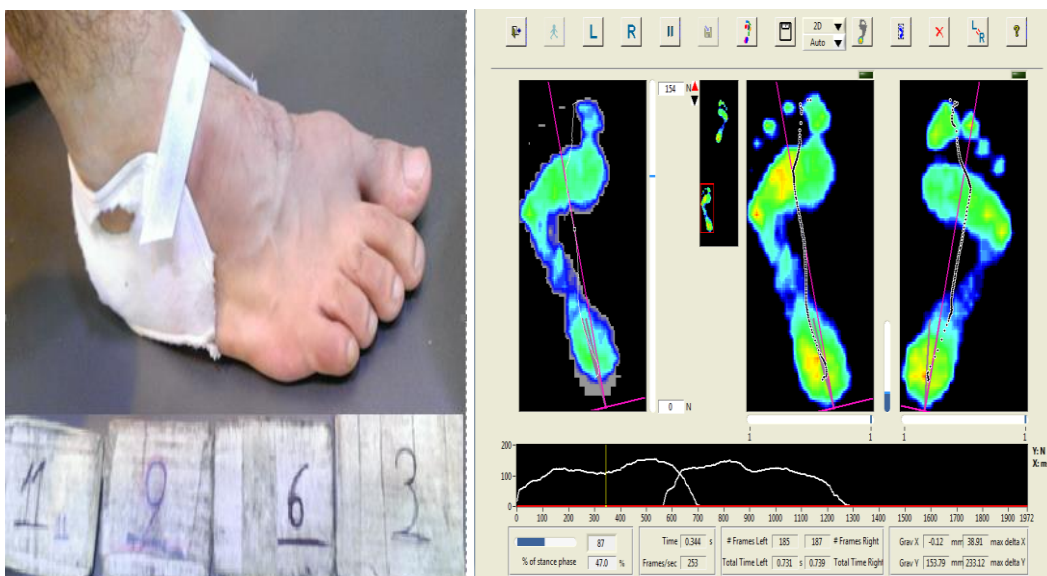
با توجه به نتایج تحقیقات، شیب دادن به پاشنه منجر به تغییرات الگوی توزیع فشار در کف پا و مناطق استخوان‌های متاتارسال می‌شود. اما مقدار شیب اعمالی که منجر به کاهش اوج فشار در مناطق سر متاتارس‌ها می‌گردد، هنوز ناشناخته است. علاوه بر آن، تأثیر تغییرات شیب پاشنه بر روی پارامتر دوم مکانیکی زخم پای (زمان اعمال فشار) بیماران دیابتی هنوز مورد بررسی قرار نگرفته است. همچنین از آنجایی که مطالعات، نواحی سر متاتارس‌ها را به عنوان مستعدترین ناحیه برای زخم پای دیابتی گزارش کرده‌اند. بنابراین مشخص کردن شیب مناسب گوه، در طراحی و ساخت مناسب‌ترین کفی برای کاهش پارامترهای مکانیکی زخم پای (اوج فشار و اوج زمان اعمال فشار) و همچنین بررسی تأثیر تغییرات شیب گوه بر روی زمان اعمال فشار از ضرورت‌های این پژوهش به شمار می‌آید. هدف از این پژوهش، بررسی تأثیر تغییرات شیب گوه داخلی و خارجی پاشنه بر پارامترهای مکانیکی فشار کف پای بیماران دیابتی در هنگام راه رفتن می‌باشد.

## روش شناسی

در پژوهش حاضر، ۱۵ نفر مرد، دارای بیماری دیابت نوع دوم با میانگین سنی  $63/3 \pm 2/01$  سال از بین جامعه ۲۰۰۰ نفری بیماران دیابتی شهرستان بالسر با بررسی پرونده پزشکی به صورت هدفمند انتخاب شدند. شرط لازم برای ورود به روند آزمون، داشتن دیابت نوع ۲ و نوروپاتی محیطی و نداشتن اختلال ساختاری، سابقه جراحی، شکستگی، سوختگی، آسیب

به‌خوبی عمل نمی‌کنند، و این محدود بودن تحرک پذیری مفاصل یکی از عوامل افزایش پارامترهای مکانیکی زخم پای می‌باشد (۸). بیمارانی که در تحرک مفصلی خود محدودیت دارند، نمی‌توانند نیروهای عکس‌العمل زمین را به‌صورت طبیعی در سطح بیشتری از پا توزیع کنند و این عامل منجر به افزایش فشار در مناطق مختلف کف پا در هنگام راه رفتن می‌گردد. راه رفتن پیوسته موجب تکرارپذیری اوج فشار در یک منطقه از پا می‌شود که منجر به وجود آمدن پینه و در نهایت زخم پای می‌گردد. همچنین به دلیل خم‌بودن زانوی بیماران دیابتی در مرحله تولید نیرو و (مرحله جداسدن پا از زمین)، نیروی تولیدی در میچ پا به‌خوبی به اندام‌های بالایی انتقال داده نمی‌شود و این موجب افزایش زمان اعمال فشار، ضربه و در آخر زخم در ناحیه قدام پا خواهد شد (۹).

ارتباط مهمی بین نحوه قرارگیری پاشنه (Rear Foot) با توزیع فشار در پنجه (Fore Foot) و همچنین ارتباطی قوی بین اوج فشار و ایجاد پینه پوستی در پا مشاهده شده است (۱۲). کفی طبی، کفش و ارتوز پا، یک درمان عمومی برای کم کردن فشار کف پای بیماران دیابتی است که برای کاهش احتمال زخم شدن پای بیماران دیابتی تجویز می‌شود (۱۰). برای طراحی این نوع کفی‌ها، ارتوپدیست‌ها اغلب از گوه‌هایی استفاده می‌کنند. استفاده از گوهی پاشنه در کفی بر روی اوج فشار در کف پا اثر دارد (۱۳). نتایج تحقیق نشان داد، زمانی که شیب گوهی ۳ تا ۶ درجه و ۴ تا ۸ درجه پنجه از طرف خارجی اعمال می‌شود منجر به افزایش فشار ناحیه داخلی و کاهش در قسمت خارجی پا و زمانی که از طرف داخل شیب به پا اعمال می‌شود منجر به افزایش اوج فشار در ناحیه خارجی و کاهش از قسمت داخلی پا می‌گردید



شکل ۱. محیط نرم‌افزار فوت اسکن و انواع گوه در پژوهش

نرم افزار SPSS نسخه ۲۰ استفاده شد. پس از بررسی نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون شاپیرو-ویلک، از آزمون آنالیز واریانس داده‌های تکراری جهت بررسی فرضیه تحقیق استفاده شد. اختلاف معنی داری آماری در سطح  $(p \leq 0.05)$  مورد بررسی قرار داده شد.



شکل ۲. نحوه قرارگیری گوه در پاشنه

## نتایج

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که با افزایش شیب گوهی خارجی پاشنه، پارامترهای اوج فشار و اوج زمان اعمال فشار در منطقه‌ی متاتارس اول ۲۲ درصد افزایش پیدا کرد، که نتایج آماری در پارامتر اوج فشار  $(p = 0.01)$  و در پارامتر زمان اعمال فشار  $(p = 0.02)$  می‌باشد. همچنین با افزایش شیب گوهی داخلی پاشنه، اوج فشار ۴۳ درصد کاهش پیدا کرد  $(p = 0.01)$ ، اما زمان اعمال فشار تغییرات معناداری را نشان نداد  $(p = 0.07)$ . جدول ۱ نتایج آماری و شاخص‌های توصیفی پارامترهای وابسته‌ی پژوهش را در سر متاتارس اول نشان می‌دهد. با تغییرات شیب گوهی داخلی و خارجی در پاشنه تغییرات معنی داری در اوج فشار در سر متاتارس دوم مشاهده نشد  $(p = 0.10)$ ، اما اوج زمان اعمال فشار به صورت معنی داری با افزایش شیب پاشنه، در هر دو شرایط پوشش ۱۵ درصد افزایش پیدا کرد  $(p = 0.01)$ . جدول ۲ نتایج آماری و شاخص‌های توصیفی پارامترهای وابسته‌ی پژوهش را در سر متاتارس دوم نشان می‌دهد. در ناحیه سر استخوان متاتارس سوم، افزایش شیب گوهی داخلی در پاشنه منجر به افزایش اوج فشار و اوج زمان اعمال فشار شد، اما از نظر آماری اختلاف معنی داری در بین آزمون‌های راه رفتن مشاهده نشد  $(p = 0.05)$ . همچنین با افزایش شیب گوهی خارجی پاشنه کاهش ۴۰ درصدی بر روی اوج فشار در منطقه

جدی در اندام تحتانی به خصوص پا و مچ پا بود. آزمودنی‌ها توانایی راه رفتن نسبتاً طبیعی و انجام آزمون با شرایط و پوشش‌های متفاوت را داشتند. در آزمون‌ها از گوه‌های دست‌ساز با شیب ۳، ۶، ۹ و ۱۱ درجه و پاشنه‌پوش که گوه را در پاشنه نگاه می‌داشت، بهره گرفته شد. دستگاه فوت اسکن (مدل RS-scan) ساخت کشور بلژیک به ابعاد  $(100 \times 40)$  سانتی‌متر و سرعت دیتا برداری ۵۰ فرم در ثانیه (هرتز)، برای اندازه‌گیری اوج فشار و اوج زمان اعمال فشار در نواحی مختلف کف پا مورد استفاده قرار گرفت. شکل ۱ محیط نرم‌افزاری سیستم RS-scan، انواع گوه‌ها و پاشنه پوش را نشان می‌دهد.

این پژوهش در آزمایشگاه تحقیقاتی بیومکانیک ورزشی دانشگاه مازندران انجام شد. ویژگی‌های آنتروپومتریکی پای آزمودنی‌ها پس از آشنایی با نحوه‌ی کار و آزمون و اعلام رضایت و پرکردن فرم رضایت‌نامه، اندازه‌گیری شد. مسیر ۱۲ متری مستقیم انتخاب شد و دستگاه فوت اسکن به صورت طولی در فاصله ۱۰ متری مسیر قرار گرفت. آزمودنی‌ها می‌بایست از ابتدای مسیر با سرعت اختیاری راه رفتن خود را شروع کرده و تا اتمام آزمون این سرعت را حفظ می‌کردند؛ برای اینکه سرعت آزمودنی‌ها در طول آزمون متغیر نباشد، سرعت راه رفتن بیمار به وسیله تعداد فرم‌های فاز اتکای راه رفتن در سیستم فوت اسکن، تنظیم می‌شد. از هر بیمار ۹ بار آزمون با پوشش‌های متفاوت گرفته شد. ابتدا بیمار با پای برهنه مسیر را طی می‌کرد. سپس گوه‌ها هم از داخل و هم از خارج یک به یک بر روی پاشنه بیمار سوار می‌شد و بیمار از روی دستگاه عبور می‌کرد به طوری که پای چپ و راست با دستگاه تماس پیدا می‌کرد (گوه‌ها در پای راست قرار گرفته بود) و کل مسیر را تا انتها می‌پیمودند (۱۵). شکل ۲ چگونگی قرارگیری گوه را در پاشنه نشان می‌دهد. برای آن که هر کدام از آزمودنی‌ها به درستی پای خود را روی صفحه فوت اسکن قرار دهند، چندین بار نحوه‌ی راه رفتن آن‌ها مورد تست قرار گرفت تا اینکه الگوی راه رفتن طبیعی آن‌ها با دستگاه فوت اسکن تنظیم می‌شد (۱۶). از هر آزمودنی برای هر شرایط پوشش، ۳ آزمون صحیح و قابل قبول گرفته شد و میانگین این ۳ کوشش به عنوان اطلاعات مربوط به هر آزمودنی ثبت گردید. متغیرهای آزمون شامل اوج فشار کف پای و اوج زمان اعمال فشار در ۱۰ منطقه‌ی پا (پاشنه، میانه، متاتارس‌ها و انگشت شست) توسط دستگاه فوت اسکن (RS) اندازه‌گیری شد. از بین مناطق پا با توجه به هدف پژوهش، اوج فشار و زمان اعمال فشار توسط نرم‌افزار گیت سیستم فوت اسکن در سر ۵ استخوان متاتارس اندازه‌گیری شد و برای آنالیز آماری مورد استفاده قرار گرفت. جهت بررسی آماری از

به صورت معنادار ۱۳ درصد در منطقه سر استخوان متاتارس چهارم افزایش پیدا کرد ( $P=0/001$ ) و ( $P=0/003$ ). در مقابل با افزایش شیب گوهی خارجی کاهش چشمگیری ۴۶ درصدی روی اوج فشار مشاهده شد ( $P=0/001$ )، اما تغییرات در اوج زمان اعمال فشار معنی دار نبود، هر چند از نظر توصیفی، افزایش عددی در شرایط پوشش گوهی ۳ درجه مشاهده شد ( $P=0/006$ ).

متاتارس سوم مشاهده شد، که بیشتر در گوهی ۱۱ درجه مشهود بود، اما زمان اعمال فشار در گوهی ۳ درجه ۱۰ درصد افزایش را نسبت شرایط کنترل نشان داد ( $P=0/001$ ). جدول ۳ نتایج آماری و شاخص‌های توصیفی کوشش‌های مختلف را در ناحیه سر متاتارس ۳ نشان می‌دهد. همچنین با افزایش شیب گوهی داخلی در پاشنه، اوج فشار و اوج زمان اعمال فشار

## جدول ۱.

مقایسه میانگین و انحراف معیار اوج زمان اعمال فشار (میلی ثانیه) و اوج فشار (پاسکال) در قسمت سر متاتارس ۱ پا در ۹ کوشش متفاوت

شرایط پوش	انواع گوه‌ها	اوج فشار (Pa)		معنی‌داری بین گوه‌ها	اوج زمان اعمال فشار (ms) ملی ثانیه		معنی‌داری بین گوه‌ها
		میانگین	انحراف معیار		میانگین	انحراف معیار	
	پای برهنه (شرایط کنترلی)	۱۹/۷	۸/۲۵		۵۱۰/۹	۱۰۶/۴۶	
گوهی داخلی	۳ درجه	۱۴/۰	* ۴/۷۶	*(۰/۰۲)	۵۴۶/۱	۲۱۶/۵۷	#(۰/۰۷)
	۶ درجه	۱۳/۶۷	* ۲/۴۲		۵۶۲/۱	۱۹۳/۲۷	
	۹ درجه	۱۲/۳	* ۳/۹۰		۵۶۴/۷	۲۰۲/۰۰	
	۱۱ درجه	۱۱/۳	* ۴/۲۴		۵۷/۴۱	* ۱۲۲/۰۹	
گوهی خارجی	۳ درجه	۲۲/۸	۳/۹۷	*(۰/۰۱)	۵۸۵/۵	۱۲۵/۵۱	*(۰/۰۲)
	۶ درجه	۲۳/۲	۵/۰۶		۵۵۸/۰	۱۹۲/۲	
	۹ درجه	۲۳/۷	* ۴/۲۶		۶۲۷/۶	* ۱۱۳/۳	
	۱۱ درجه	۲۴/۱	* ۳/۰۷		۶۳۰/۴	* ۱۰۷/۳	

علامت (\*) اختلاف معنی‌داری آماری و (#) اختلاف نداشتن از نظر آزمون آماری درون گروهی آنالیز واریانس با داده‌های تکراری بین پوشش‌های با گوه‌های متفاوت و \* معناداری اختلاف از نظر آزمون تی زوجی را بین شرایط پوشش با گوه‌ها و با شرایط کنترلی در جدول ۱ نشان می‌دهد.

## جدول ۲.

مقایسه میانگین و انحراف معیار اوج زمان اعمال فشار (میلی ثانیه) و اوج فشار (پاسکال) در قسمت سر متاتارس دوم پا در ۹ کوشش متفاوت

شرایط پوش	انواع گوه‌ها	اوج فشار (Pa)		معنی‌داری بین گوه‌ها	اوج زمان اعمال فشار (ms) میلی ثانیه		معنی‌داری بین گوه‌ها
		میانگین	انحراف معیار		میانگین	انحراف معیار	
	پای برهنه (شرایط کنترلی)	۱۹/۴۰	۷/۰		۵۵۳/۸۳	۹۶/۷۳	
گوهی داخلی	۳ درجه	۱۵/۰۵	۳/۹۵	#(۰/۰۳)	۶۱۱/۹۰	۹۱۰/۳۳	#(۰/۰۳)
	۶ درجه	۱۵/۸۷	۳/۵۷		۶۱۳/۸۴	۱۵۴/۲۵	
	۹ درجه	۱۵/۵۴	۳۰/۵۰		۶۳۵/۹۲	۱۲۱/۱۸	
	۱۱ درجه	۱۵/۰۵	۳/۹۵		۶۴۵/۹۲	* ۱۲۱/۱۸	
گوهی خارجی	۳ درجه	۱۵/۱۸	۳/۸۰	#(۰/۰۱)	۶۱۰/۴۸	۱۲۰/۰۳	*(۰/۰۲)
	۶ درجه	۱۵/۴۴	۴/۳۹		۶۱۵/۴۳	۱۲۰/۳۳	
	۹ درجه	۱۵/۳۱	۲/۹۸		۶۴۷/۰۷	* ۱۱۵/۹۱	
	۱۱ درجه	۱۵/۸۶	۴/۹۰		۶۴۸/۲۵	* ۱۱۱/۳۸	

علامت (\*) اختلاف معنی‌داری آماری و (#) اختلاف نداشتن از نظر آزمون آماری درون گروهی آنالیز واریانس با داده‌های تکراری بین پوشش‌های با گوه‌های متفاوت و \* معناداری اختلاف از نظر آزمون تی زوجی را بین شرایط پوشش با گوه‌ها و با شرایط کنترلی در جدول ۲ نشان می‌دهد.

جدول ۴ نتایج آنالیز آماری و شاخص‌های توصیفی پارامترهای وابسته پژوهش را در شرایط پوشش‌های مختلف در سر متاتارس چهار نشان می‌دهد. با افزایش شیب گوه داخلی در پاشنه اوج فشار و اوج زمان اعمال فشار به‌طور متوسط ۹ درصد در منطقه سر متاتارس پنج افزایش پیدا کرد (p=۰/۰۳)، اما با افزایش شیب گوهی خارجی کاهش ۸ درصدی بر روی اوج فشار صورت گرفت، اما فقط در گوهی ۱۱ درجه بیرونی اختلاف از نظر آماری معنی‌دار بود (p=۰/۰۲). اما افزایش ۱۱ درصدی در زمان اعمال فشار در گوهی ۳ درجه مشاهده شد (p=۰/۰۴). جدول ۵ نتایج آنالیز آماری و شاخص‌های توصیفی پارامترهای وابسته پژوهش را در شرایط پوشش‌های مختلف در سر متاتارس پنج نشان می‌دهد.

## جدول ۳.

مقایسه میانگین و انحراف معیار اوج زمان اعمال فشار (میلی ثانیه) و اوج فشار (پاسکال) در قسمت متاتارسال ۳ پا در ۹ کوشش متفاوت

شرایط پوشش	انواع گوه‌ها	اوج فشار (Pa)		معنی‌داری بین گوه‌ها	اوج زمان اعمال فشار (میلی ثانیه) (ms)		معنی‌داری بین گوه‌ها
		میانگین	انحراف معیار		میانگین	انحراف معیار	
	پای برهنه (شرایط کنترلی)	۲۴/۰۸	۱۴/۱۱		۶۰۷/۲۰	۸۴/۴۰	
گوهی داخلی	درجه ۳	۲۵/۶۴	۶/۲۶	#(۰/۱۵)	۶۴۴/۴۰	۱۳۷/۹۵	#(۰/۱۳)
	درجه ۶	۲۵/۹۹	۸۴/۸		۶۴۹/۹	۹۵/۷۹	
	درجه ۹	۲۵/۲۶	۶۸/۶		۶۵۳/۰۱	۱۲۰/۹۹	
	درجه ۱۱	۲۷/۲۲	۱۰/۰۷		۶۵۷/۱۸	۱۴۳/۵۵	
گوهی خارجی	درجه ۳	۱۸/۰۸	۶/۷۵	*(۰/۰۱)	۶۷۳/۹۳	* ۱۲۲/۲۹	*(۰/۰۳)
	درجه ۶	۱۸/۰۱	*۲/۸۵		۶۶۳/۶۶	۱۰۱/۹۷	
	درجه ۹	۱۷/۰۸	*۳/۳۶		۶۰۸/۷۸	۱۶۳/۵۵	
	درجه ۱۱	۱۵/۹۳	* ۵/۲۳		۵۹۶/۶۶	۱۸۴/۰۴	

علامت (\*) اختلاف معنی‌داری آماری و (#) اختلاف نداشتن از نظر آماری درون گروهی آنالیز واریانس با داده‌های تکراری بین پوشش‌های با گوه‌های متفاوت و \* معناداری اختلاف از نظر آماری تی زوجی را بین شرایط پوشش با گوه‌ها و با شرایط کنترلی در جدول ۳ نشان می‌دهد.

## جدول ۴.

مقایسه میانگین و انحراف معیار اوج زمان اعمال فشار (میلی ثانیه) و اوج فشار (پاسکال) در قسمت متاتارسال ۴ پا در ۹ کوشش متفاوت

شرایط پوشش	انواع گوه‌ها	اوج فشار (Pa)		معنی‌داری بین گوه‌ها	اوج زمان اعمال فشار (میلی ثانیه) (ms)		معنی‌داری بین گوه‌ها
		میانگین	انحراف معیار		میانگین	انحراف معیار	
	پای برهنه (شرایط کنترلی)	۲۲/۰۵	۱۰/۲۹		۶۳۵/۳	۶۳/۵۱	
گوهی داخلی	درجه ۳	۲۳/۶	۶/۱۵	*(۰/۰۱)	۶۰۷/۴	۲۰۷/۵۸	*(۰/۰۳)
	درجه ۶	۲۳/۶	*۵/۰۶		۶۰۹/۴	۱۷۶/۷۵	
	درجه ۹	۲۴/۴	*۴/۹۲		۶۵۵/۸	* ۱۴۹/۵۹	
	درجه ۱۱	۲۵/۹	* ۱۲/۱		۶۶۷/۱	* ۱۷۲/۱۸	
گوهی خارجی	درجه ۳	۲۰/۱۱	۹/۲۶	*(۰/۰۱)	۶۷۵/۰	* ۱۳۰/۸۵	#(۰/۰۶)
	درجه ۶	۱۸/۵	*۴/۴۶		۶۵۹/۱	۹۷/۷۶	
	درجه ۹	۱۸/۵۹	*۴/۱۷		۶۴۲/۴	۱۲۹/۸۴	
	درجه ۱۱	۱۵/۲	*۵/۲۷		۵۹۵/۱	۱۸۳/۸۲	

علامت (\*) اختلاف معنی‌داری آماری و (#) اختلاف نداشتن از نظر آماری درون گروهی آنالیز واریانس با داده‌های تکراری بین پوشش‌های با گوه‌های متفاوت و \* معناداری اختلاف از نظر آماری تی زوجی را بین شرایط پوشش با گوه‌ها و با شرایط کنترلی در جدول ۴ نشان می‌دهد.

## جدول ۵.

مقایسه میانگین و انحراف معیار اوج زمان اعمال فشار (میلی ثانیه) و اوج فشار (پاسکال) در قسمت متاتارسال ۵ پا در ۹ کوشش متفاوت

شرایط پوش	انواع گوه‌ها	اوج فشار (Pa)		معنی داری بین گوه‌ها	اوج زمان اعمال فشار (ms) میلی ثانیه		معنی داری بین گوه‌ها
		میانگین	انحراف معیار		میانگین	انحراف معیار	
	پای برهنه (شرایط کنترلی)	۱۶/۶	۸/۳۷		۵۸۵/۲	۶۴/۳۳	
گوهی داخلی	۳ درجه	۱۶/۸	۵/۶۴	*(۰/۰۳)	۶۰۱/۹	۱۰۴/۹۱	*(۰/۰۲)
	۶ درجه	۱۷/۱	۷/۱۵		۶۱۱/۶	۱۵۷/۴۹	
	۹ درجه	۱۷/۷	۳/۱۴		۶۲۱/۳	۱۳۱/۷۸	
	* ۱۱ درجه	۱۸/۹	۸۵/۶		۶۲۷/۱*	۱۵۱/۱۶	
گوهی خارجی	۳ درجه	۱۶/۴	۵/۶۰	*(۰/۰۳)	۶۵۲/۳	*۱۳۴/۰۱	*(۰/۰۳)
	۶ درجه	۱۵/۳	۹/۱۶		۶۱۸/۶	۱۱۲/۸	
	۹ درجه	۱۴/۴	۴/۸۸		۵۹۲/۸	۱۲۹/۷۶	
	* ۱۱ درجه	۱۴/۳	۵/۳۲		۵۷۳/۴	۱۸۱/۳۴	

علامت (\*) اختلاف معنی داری آماری و (#) اختلاف نداشتن از نظر آزمون آماری درون گروهی آنالیز واریانس با داده‌های تکراری بین پوشش‌های با گوه‌های متفاوت و \* معناداری اختلاف از نظر آزمون تی زوجی را بین شرایط پوشش با گوه‌ها و با شرایط کنترلی در جدول ۵ نشان می‌دهد.

## بحث

با توجه به نتایج تحقیق، الگوی توزیع فشار کف پا در صفحه عرضی (Frontal plane) داخلی - خارجی با اعمال گوه‌ها تغییر کرد. برای بحث بر روی این تغییر می‌توان گفت، که توزیع فشار کف پا به توزیع جرم و نحوه قرارگیری اندام‌های تحتانی بستگی دارد، پس طبیعی است که وقتی اندامی تغییر می‌کند توزیع فشار نیز تغییر خواهد کرد. زمانی که گوه‌ها با شیب‌های مختلف از طرف داخل پاشنه اعمال می‌شوند، طبیعتاً خط کشش جاذبه زمین در نهایت مرکز فشار (Center of pressure) به طرف لبه‌ای بیرونی پا سوق خواهد کرد و به دنبال آن باعث افزایش فشار در مناطق خارجی پا خواهد شد (۱۷). زیرا پا به‌عنوان اندامی که از بخش‌های مختلف تشکیل شده و برای انجام وظایف خود، نیاز دارد یک همبستگی بین بخش‌ها را داشته باشد تا بتواند وظایفی چون (جذب، توزیع و انتقال نیرو) را انجام دهد. حرکات پا در سه محور انجام می‌گیرد که بیشتر این حرکات در قسمت عقب پا (Rearfoot) صورت می‌گیرد، بنابراین تغییر در قسمت پاشنه یا (Rearfoot) منجر به تغییر الگوی توزیع فشار در مناطق سر متاتارس‌ها خواهد شد زیرا بخش‌های پا یک شبکه جدا از هم نیستند و برای انجام وظایف باهم همکاری می‌کنند (۱۷). این همکاری و همبستگی در پژوهش حاضر مشاهده شد، چنانچه وقتی گوه‌ها با شیب‌های مختلف به پاشنه اعمال شد، تغییرات چشمگیری بر روی اوج فشار و زمان اعمال فشار مشاهده شد.

با توجه به نتایج پژوهش، به نظر می‌رسد، افزایش اوج زمان اعمال فشار،

هدف از پژوهش حاضر، مشخص کردن شیب مناسب گوهی پاشنه برای کاهش اوج فشار و بررسی تأثیر گوه‌های داخلی و خارجی پاشنه با شیب‌های متفاوت بر روی زمان اعمال فشار کف پای در سر استخوان‌های متاتارس بود. نتایج تحقیق نشان داد، که با افزایش شیب گوهی (۳، ۶، ۹ و ۱۱ درجه) در قسمت داخل پاشنه، اوج فشار در مناطق سر متاتارس یک و دو نسبت به شرایط کنترل (بدون گوه) کاهش یافت. همچنین در گوه‌های با شیب ۹ و ۱۱ درجه داخلی باعث افزایش اوج فشار در سر متاتارس‌های سه، چهار و پنج شد. اما در شرایطی که گوه از بیرون پاشنه اعمال شد اثر عکس را داشت، به‌گونه‌ای که در گوه‌های ۹ و ۱۱ درجه خارجی پاشنه، اوج فشار در سر متاتارس‌های ۱ و ۲ به‌صورت معنی دار افزایش پیدا کرد، اما در طرف مقابل همه‌ی گوه‌های موجود در تحقیق به‌صورت معنی دار باعث کاهش اوج فشار در سر متاتارس‌های سه، چهار و پنج شد. در پارامتر اوج زمان اعمال فشار نتایج پژوهش نشان داد، که در هیچ‌کدام از گوه‌ها و در مناطق مورد نظر تحقیق کاهش چشمگیری مشاهده نشد. اما افزایش چشمگیری در مناطق سر متاتارس‌های سه، چهار و پنج در گوه‌های ۳ درجه خارجی و ۹ و ۱۱ درجه داخلی پاشنه و در مناطق سر متاتارس‌های یک و دو در گوه‌های ۹ و ۱۱ درجه خارجی و ۱۱ درجه داخلی پاشنه، مشاهده شد.



را در نظر داشته باشند و حتماً نیاز است تغییرات سینماتیکی مفاصل و استخوانهای پا هم مورد بررسی قرار گیرد.

## نتیجه گیری نهایی

با توجه به نتایج تحقیق، اثر تغییرات شیب گوهی پاشنه در بین اوج فشار و اوج زمان اعمال فشار در سر استخوانهای متاتارس، متفاوت مشاهده شد. لذا اعمال هر شیبی به پاشنه به منظور کاهش پارامترهای زخم پا در مناطق سر متاتارسها نمی تواند روش مناسبی برای پیشگیری زخم پا باشد. بنابراین قبل از شیب دادن به پاشنه ارزیابی توزیع فشار کف پای بایستی صورت بگیرد و سپس بعد از شناسایی محل قرارگیری اوج فشار، استفاده از شیب متوسط ۶ درجه خارجی پاشنه می تواند برای کاهش اوج فشار در سر متاتارسهای سه، چهار و پنج و همچنین شیب ۶ درجه داخلی پاشنه برای کاهش اوج فشار در سر متاتارس یک مناسب باشد. برای کاهش اوج فشار در سر متاتارس دو روش شیب دادن از داخل یا خارج، زمان اعمال فشار را در این مناطق افزایش و به اوج فشار تأثیر کمتری دارد. بنابراین، بهتر است برای کاهش اوج فشار در این مناطق از روش های مثل گود کردن یا اضافه کردن پد استفاده کنید که مطالعات اثر آنها را خوب گزارش کرده اند.

## تشکر و قدردانی

مؤلفین مقاله از مسئولین آزمایشگاه بیومکانیک دانشکده تربیت بدنی دانشگاه مازندران، بیماران دیابتی، رئیس انجمن بیماران دیابتی بابلسر و خانم ولی زاده سپاسگزاری خود را اعلام می نمایند.

با تغییر استراتژی های مفاصل پا در فاز اتکای راه رفتن ارتباط دارد. زیرا هر قسمتی از پا وظیفه ای را در فاز اتکا (فاز برخورد پا با زمین) بر عهده دارد. الگوهای راه رفتن عبارت اند از: الگوی پاشنه - میانه پا - پنجه، الگوی میانه پا - پنجه و یا الگوی پنجه. بیشترین الگوی راه رفتن بین مردم الگوی پاشنه - میانه پا - پنجه است. در تجزیه تحلیل سینماتیکی و سینتیکی این الگو، فاز اتکا را به سه فاز کوچک تر تقسیم می کنند که شامل: فاز برخورد پاشنه با زمین، ایستایش میانه پا و مرحله جدا شدن پنجه از زمین می باشد. در فاز برخورد پاشنه با زمین، حرکت استئوکینماتیکی پرونیشن در مفاصل تالورورال (مچ پا) و بیشتر سواب تالار برای جذب شوک و تعدیل نیرو انجام می شود، که اوج پرونیشن در فاز ایستایش میانه برای توزیع فشار گزارش شده است. در مرحله جدا شدن پا از زمین، استراتژی پا از پرونیشن (جذب شوک و توزیع فشار) به سوپینیشن (تولید نیرو و انتقال) از بخش بیرونی پا به بخش داخلی (انگشت شست) تغییر می کند. به نظر می رسد، دادن گوه به پا می تواند فاصله زمانی این استراتژی ها را در پا تغییر دهد و باعث افزایش زمان اعمال فشار در نواحی سر متاتارسها شود. پژوهش حاضر با پژوهش های از قبیل موارد ذیل همسو می باشد: Nicholas و همکاران، پژوهشی با موضوع تأثیر گوهی پاشنه بر روی توضیح فشار انجام دادند، نتایج این پژوهش نشان داد که گوهی داخلی باعث کاهش فشار در زیر متاتارس های ۱ و ۲ و همچنین انگشت ۱ می - شود و خط مرکز فشار را به طرف خارج سوق می دهند. گوهی پاشنه خارجی منجر به کاهش فشار در متاتارس های ۳، ۴ و ۵ می شود و همچنین فشار را در متاتارس های ۱ و ۲ افزایش می دهد. مرکز فشار در زمانی که گوهی خارجی استفاده می شود به طرف داخل پا سوق پیدا می کند (۱۳). Woodburn و همکاران، گزارش کرد، که ارتباط قوی بین نحوه قرارگیری پاشنه با توزیع فشار در پنجه وجود دارد (۱۴). Van و همکاران، گزارش کردند، زمانی که شیب گوه در واروس (از طرف خارجی) افزایش می یافت فشار و نرخ بارگذاری نیرو در قسمت داخلی پا افزایش پیدا می کرد و زمانی که شیب گوه و الگوسی (خارجی) بیشتر می شد فشار و نرخ بارگذاری نیرو در قسمت خارجی پاشنه و پنجه افزایش پیدا می کرد (۱۵). اما هیچ مطالعه در زمینه اوج زمان اعمال فشار در ادبیات تحقیق مشاهده نشد. در پژوهش حاضر ما به علت نبود سیستم فشارسنج داخل کفشی مجبور شدیم، از سیستم فشارسنج صفحه ای استفاده کنیم و گوهها را به پا اعمال کنیم و نتیجه را گزارش دهیم. در صورتی که اگر سیستم فشارسنج داخل کفشی مورد استفاده می گرفت و گوهها به کفی اعمال می شد، می توانستیم نتایج دقیق تری را گزارش کنیم. پیشنهاد می شود پژوهشگران آینده این موضوع

## References

1. Larijani L & Ranjbar H. Overview of diabetic foot; novel treatments in diabetic foot ulcer. *Journal of Pharmaceutical Sciences* 2008;16(Suppl. 1),1-6.
2. Walenkamp G. The effects of insole configurations on forefoot plantar pressure and walking convenience in diabetic patients with neuropathic feet. *J Clinical Biomechanics*, 2007;22(1), 81-87.
3. Van Schie C, Rawat F & Boulton A. Reduction of plantar pressure using a prototype pressure-relieving dressing. *J. Diabetes care* 2005; 28(9),2236-2237.
4. Rogers L, Lavery L & Armstrong D. The right to bear leg stan amendment to healthcare: how preventing amputations can save billions for the US health-care system. *J American Podiatric Medical Association* 2008; 98(2), 166-168.
5. Ledoux W & Hillstrom H. The distributed plantar vertical force of neutrally aligned and pes plannus feet. *J Gait & Posture* 2002;15(1),1-9
6. Yavuz M, Franklin A, McGaha R, Prakash V, Rispoli J, Stuto J & Canales M. plantar shear stress distributions in diabetic patients with and without neuropathy. *J Diabetes care* 2010;28(9)
7. Stenholm S, Chia C, Simonsick E & Ferrucci L. Gait pattern alterations in older adults associated with type 2 diabetes in the absence of peripheral neuropathy—results from the Baltimore Longitudinal Study of Aging. *J Gait & posture* 2011; 34(4), 548-552
8. Cavanagh P. Therapeutic footwear for people with diabetes. *J Diabetes/metabolism research and reviews* 2004; 20(S1), S51-S55.
9. Landorf K & Keenan A. Efficacy of foot orthoses, What does the literature tell us? *J American Podiatric Medical Association* 2000; 90(3), 149158-
10. Guldmond N, Leffers P, Schaper N, Sanders A, Nieman F, Willems P & Walenkamp G. The effects of insole configurations on forefoot plantar pressure and walking convenience in diabetic patients with neuropathic feet. *Clinical Biomechanics* 2007; 22(1), 81-87.
11. Ulbrecht J & Cavanagh P. Pressure relief and load redistribution by custom-made insoles in diabetic patients with neuropathy and foot deformity. *Clinical Biomechanics* 2004; 19(6), 629-638.
12. Milani, Thomas L, Gerrit S and Ewald M. Rearfoot Motion and Pressure Distribution Patterns During Running in Shoes With Varus and Valgus Wedges. *J Applied Biomechanics* 1995; 11, no. 2.
13. Woodburn J and Helliwell P. Relation between heel position and the distribution of forefoot plantar pressures and skin callosities in rheumatoid arthritis. *Annals of the rheumatic diseases* 1996; 55, no. 11: 806-810.
14. Van G, and Howard J. Changes in plantar foot pressure with in-shoe varus or valgus wedging. *J American Podiatric Medical Association* 2004; 94, no. 1: 1-11.
15. Kakihana, W, Masami A, Nobuya Y, Takamichi T, and Kimitaka N. Changes of joint moments in the gait of normal subjects wearing laterally wedged insoles. *J physical medicine & rehabilitation* 2004; 83, no. 4273-278.
16. Meng Z, Yuan X, and Kang Y. Plantar pressure distribution during barefoot and shod race walking. *J Biomechanics* 2007; 40: S534.
17. Steven J, Meegan G, Van Straaten, Krista A, Coleman Wood, and Kenton R. Forefoot plantar pressure reduction of off-the-shelf rocker bottom provisional footwear. *J Clinical Biomechanics* 2011; 26, no. 7: 778-782.
18. Oatis C. Kynesiology: the mechanics and pathomechanics of human movemen, *The Mechanics and Pathomechanics of Human Movement* 2004; 0781755131-6.



## Principal Component Analysis of Anthropometric and Biomechanical Variables in Adolescent Elite Karateka Athletes

### Abstract

Received: Dec. 29, 2016 Accepted: Oct. 8, 2017

Seyed Ehsan Naghibi\*<sup>1</sup>,  
Mehrdad Anbarian<sup>2</sup>,  
Mohammad yousefi<sup>3</sup>,  
Elham Shirzad Araghi<sup>4</sup>,  
Saeedeh Azizian<sup>2</sup>,

1. Department of Sport Biomechanics, Shandiz Institute of Higher Education, Mashhad, Iran.

2. Department of Sport Biomechanics, Faculty of Sports Sciences, Bu Ali Sina University, Hamedan, Iran.

3. Department of Sport Biomechanics, Kharazmi University, Tehran, Iran.

4. Department of Sport Biomechanics, Health & Sports Medicine, Tehran, Tehran, Iran.

5. Department of Sport Injury and Corrective Exercises, Shandiz Institute of Higher Education, Mashhad, Iran

**Objective:** Despite the importance of identifying people susceptible to sports, there is little documentation and studies related to karate talent identification. The purpose of this study was principal component analysis of anthropometric and biomechanical variables in adolescent elite karateka athletes.

**Methods:** Subjects divided to adolescent elite karateka athletes (n = 19) and non-karateka athletes adolescent (n=20) by convenience sampling method. Based on the previous literature, some biomechanical and anthropometric variables including subcutaneous layeres, circumference and length of the limbs, limb velocity, agility, balance and strength of the limbs was selected and measured. The principal component analysis (PCA) was performed to reduce the number of variables and identify the principal component Analysis anthropometric and biomechanical variables.

**Results:** The results of this study showed that the most important anthropometric and biomechanical variables of adolescent elite karate athletes were thoracic subcutaneous fat, height, Sarjent jumping, static balance, handgrip relative strength, chest circumference, ankle circumference, dynamic balance, abdominal subcutaneous fat and apparent leg length.

**Conclusion:** According to the results of the present study, the extracted anthropometric and biomechanical characteristics can be used for identifying the talent karateka athletes.

**Keywords:** Talent identification, Karate, Biometric, Adolescent

\* Corresponding author:  
Department of Sport Biomechanics,  
Shandiz Institute of Higher Education,  
Mashhad, Iran.  
Tel: 09153234677  
Email: s.e.naghibi@gmail.com

آقای دکتر منصور اسلامی، مدرک دکتری تخصصی خود را در سال ۱۳۸۶ از دانشگاه مونترال کانادا اخذ نمود. ایشان در حال حاضر با مرتبه دانشیاری عضو هیئت علمی گروه بیومکانیک، دانشکده تربیت بدنی ورزشی دانشگاه مازندران می باشد.



ایشان تاکنون ۲۰ مقاله تخصصی در حوزه بیومکانیک ورزشی در مجلات معتبر داخلی و خارجی منتشر نموده اند. زمینه پژوهش های مورد علاقه ایشان بیومکانیک ورزشی، آسیب های اندام تحتانی و بیومکانیک کفش می باشد. لازم به ذکر است ایشان انتشار سه جلد کتاب تألیفی و ترجمه ای را نیز در کارنامه خود دارند.

آقای ابراهیم عبدی، دانشجوی کارشناسی ارشد بیومکانیک ورزشی دانشگاه مازندران می باشد. ایشان در حال حاضر به عنوان مربی و استاد مدعو در دانشکده تربیت بدنی صفادشت و دانشگاه آزاد سماء اندیشه فعالیت می کند. لازم به ذکر است که ایشان دارای ۴ مقاله علمی



پژوهشی و همایشی در حوزه بیومکانیک ورزش و بیومکانیک کفش و کفی برای بیماران دیابتی است و زمینه پژوهش های مورد علاقه ایشان بیومکانیک ورزشی می باشد.

آقای دکتر محمد تقی پور، مدرک دکترای تخصصی خود را در سال ۱۳۸۶ از دانشگاه علوم پزشکی ایران اخذ کرده است.



در حال حاضر ایشان، با مرتبه دانشیاری عضو هیئت علمی گروه فیزیوتراپی دانشگاه علوم پزشکی بابل می باشد. ایشان تاکنون ۲۵ مقاله

در مجلات معتبر داخلی و خارجی منتشر نموده و ۶ جلد کتاب تألیفی و ترجمه ای در کارنامه خود دارد. زمینه پژوهشی مورد علاقه ایشان بیومکانیک و فیزیوتراپی اختلالات اسکلتی عضلانی می باشد.