

## مقایسه شاخص ساختار پا و تعادل ایستا و پویا در دختران ورزشکار و غیرورزشکار

### چکیده

نرمین غنی‌زاده حصار<sup>۱\*</sup>،

مرضیه وکیلی<sup>۲</sup>، بهنام ابراهیمی<sup>۱</sup>

۱. گروه آسیب‌شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران.  
۲. گروه بیومکانیک ورزشی، دانشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد بروجرد، بروجرد، ایران.

دریافت: ۱۳۹۴/۱/۱۸ پذیرش: ۱۳۹۴/۵/۲۹

**هدف:** هدف این تحقیق بررسی ارتباط بین ساختار پا و تعادل ایستا و پویا در دختران ورزشکار و غیرورزشکار می‌باشد.

**روش‌ها:** ۴۰ نفر دانشجوی دختر به روش غیرتصادفی هدفمند انتخاب شدند که ۲۰ نفر آنها ورزشکار با میانگین سن  $21/50 \pm 4/62$  سال و ۲۰ نفر غیرورزشکار با میانگین سن  $22/80 \pm 2/61$  سال بودند. برای سنجش ساختار پا از روش ریدموند و برای تعادل پویا از تست گردش ستاره و برای تعادل ایستا از آزمون بس استفاده شد. برای تحلیل استنباطی داده‌ها از آزمون تی مستقل و ضریب همبستگی پیرسون در سطح معنی‌داری کمتر از ۰/۰۵ استفاده شد.

**یافته‌ها:** بین شاخص ساختار پا با تعادل ایستا و پویا در هیچ یک از گروه‌های ورزشکار و غیرورزشکار ارتباط معنی‌داری مشاهده نشد، ولی شاخص‌های ساختار پا و تعادل ایستا و پویا بین ورزشکاران و غیرورزشکاران به طور معنی‌داری متفاوت بود ( $p \leq 0/05$ ).

**نتیجه‌گیری:** در این تحقیق ساختار پای مناسب‌تر و عملکرد بهتر تعادلی در ورزشکاران مشاهده شد. هر چند که بین ساختار پا و عملکرد تعادلی در ورزشکاران و غیرورزشکاران همبستگی مشاهده نشد. این نتیجه این فرضیه را پیشنهاد می‌کند که تأثیر تمرین ورزشی بیش از فاکتورهای مکانیکی ناشی از ساختار پا است. برای آزمون این فرضیه تحقیقات پیچیده‌تری لازم است.

**کلید واژگان:** ساختار پا، تعادل ایستا و پویا، دختران ورزشکار و غیرورزشکار

\* نویسنده مسئول: گروه حرکات اصلاحی و آسیب‌شناسی ورزشی، دانشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران.  
تلفن: ۰۹۱۴۳۴۱۲۱۹۳

Email: n\_hesar@yahoo.com

### مقدمه

را فراهم می‌کند (۱). تعادل قامتی و حفظ پوسچر به‌عنوان یکی از شاخص‌های قابل قبول همگانی در ارزیابی سیستم حسی - حرکتی و تعامل میان درون‌داده‌های حسی و پاسخ‌های حرکتی مورد نیاز است (۲،۳). حفظ تعادل بدن انسان به‌وسیله هماهنگی سه سیستم بینایی، وستیبولار و حس عمقی انجام می‌گیرد. هر بی‌نظمی در هر یک از سیستم‌ها ممکن است موجب بروز اختلالات تعادلی و کنترل پوسچر گردد، هر چند که اجرا و حفظ تعادل در وضعیت ایستا یا در

تعادل یکی از عامل‌هایی است که همه افراد جامعه اعم از ورزشکار و غیرورزشکار در طول زندگی خود به آن نیاز دارند. شناسایی عواملی که بر تعادل اثرگذارند، ضروری است. ضعف تعادل ایستا و پویا بدن ورزشکار را با خطر آسیب‌دیدگی مواجه می‌سازد. ضعف تعادل از طریق ایجاد افت دقت و خطا در عملکرد حرکتی، زمینه آسیب‌دیدگی

ایجاد تطابق کف پا با سطوح مختلف و حفظ ثبات فرد، وابسته به وجود قوس‌های کف‌پایی است. افراد با قوس‌های غیرطبیعی ساختار پا، در معرض بروز آسیب‌های بیشتری در اندام تحتانی می‌باشند (۴). در همین راستا Dadgar و همکاران با بررسی ساختار قوس کف پا و میزان آسیب‌های غیربرخوردی میچ پا و زانو بیان داشتند غیر طبیعی بودن میزان قوس کف پا احتمالاً میزان آسیب‌های غیربرخوردی اندام تحتانی را در کاراته‌کاهای مرد افزایش می‌دهد. همچنین گزارش‌ها حاکی از وجود ارتباط معنی‌دار بین برهم خوردن راستای اندام تحتانی و بروز آسیب‌های اندام تحتانی دونه‌ها است (۱۴). در تحقیقی که توسط Mousavi و همکاران به بررسی ارتباط بین میزان قوس طولی داخلی کف پا با تعادل ایستا و پویا پرداخته شد، به این نتیجه دست یافتند که بین میزان قوس کف پا با تعادل ایستا رابطه معنی‌داری وجود ندارد، ولی ارتباط معنی‌داری بین میزان قوس کف پا با تعادل پویا مشاهده شد (۲). در مطالعه Jafarnejad توانایی تعادل پای برتر نسبت به پای غیربرتر دانش‌آموزان پسر نوجوان بیشتر بود. به نظر می‌رسد افراد در پای برتر هماهنگی عصبی عضلانی و دامنه حرکتی بیشتری دارند و این عوامل اهمیت مهمی در حفظ تعادل در پای برتر ایفا می‌کند (۱۵). در مجموع نتایج مطالعات نشان می‌دهند که نقصان در تعادل تنها به دنبال آسیب رخ نمی‌دهد و تحت تأثیر عوامل زیادی قرار دارد. اکنون تحقیقات زیادی در ارتباط با شیوع ناهنجاری‌های قوس‌های کف پا و یا تعادل در رشته‌های مختلف ورزشی در مورد آسیب انجام شده است. با مرور پیشینه، تحقیقی که هم تعادل ایستا و هم پویا و شاخص ساختار کف پا را با مقیاس ۶ حالته ردmond در دختران ورزشکار و غیرورزشکار مورد بررسی قرار داده باشد یافت نشد و از طرفی دیگر با توجه به ناهمخوانی یافته‌ها و کم بودن تحقیقات در زمینه تعادل، انجام چنین تحقیقاتی ضروری است. اهداف این تحقیق عبارت بودند از بررسی ارتباط تعادل و ساختار قوس کف پا و مقایسه عملکرد تعادل ایستا و پویا در ورزشکاران و غیرورزشکاران و فرضیه‌های این تحقیق عبارت بودند از این که بین تعادل و ساختار قوس کف پا در ورزشکاران و غیرورزشکاران ارتباط معنی‌داری وجود دارد.

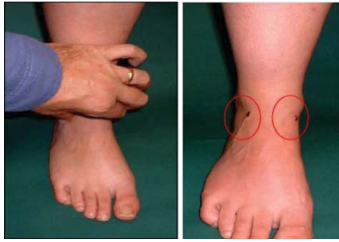
## روش شناسی

روش تحقیق حاضر توصیفی از نوع همبستگی و علی-مقایسه‌ای

حین فعالیت، به نیروی عضلانی و مکانیکی بدن وابسته است (۵، ۴). پوسچر ضعیف و ضعف تعادلی سبب کاهش حس وضعیت می‌شوند که نقش زیادی در آسیب‌های مجدد اندام تحتانی به خصوص اسپرین میچ پا دارند (۶). از مهم‌ترین عوامل درونی که ممکن است سیستم مکانیکی را مختل سازد و نیز از طریق اختلالات آناتومیکی سیستم گیرنده‌های حسی را تحت تأثیر قرار دهد، برهم خوردن راستای طبیعی مفاصل و اندام‌ها مانند کف پای صاف (Flat foot)، و اروس میچ پا (Varus foot)، زانوی پرانتزی (Genu varus)، زانوی ضربدری (Genu valgus) و آنتی‌ورژن (Anteversión) است (۷، ۸).

قبلاً، تأثیر انحرافات اسکولیوز ستون فقرات در افت عملکرد تعادلی نشان داده شده است (۹). در بسیاری از فعالیت‌های روزانه نیروهای خارجی و یا نیروی عکس‌العمل زمین از میچ پا به بدن اعمال می‌گردند. راستای غیرعادی در کف پا و یا انحراف در راستای پا و زانو عامل مکانیکی مهمی در به هم خوردن تعادل است (۱۰). حفظ تعادل بدن در حالت ایستاده معمولاً مقیاسی برای شناسایی عملکرد گیرنده‌های حسی-حرکتی میچ (استراتژی میچ) محسوب می‌شود. کف پای انسان علی‌رغم سطح اندک خود، نقش مهمی در حفظ تعادل بدن ایفا می‌کند. در ساختار پا قوس‌های موجود در کف پا قادر به جذب تکان‌ها و نیروهای وارده از زمین می‌باشند. در نتیجه افرادی که دارای قوس طبیعی در کف پا هستند، در مقایسه با آن دسته از افرادی که دارای قوس‌های کف پای طبیعی نیستند، قادرند مدت طولانی‌تری روی پا ایستاده و فعالیت حرکتی انجام دهند و دیرتر دچار خستگی شوند (۱۱). مخصوصاً وضعیت‌های سوپینیشن (Supination) و پرونییشن (Pronation) بیش از حد پا ممکن است از طریق تغییرات در تحرک مفصل یا سطح تماس و همچنین از طریق تغییرات در استراتژی‌های عضلانی برای حفظ سطح اتکای ثابت، درون‌داد محیطی را تحت تأثیر قرار دهد. بنابراین به نظر می‌رسد که پا همچون خشت اول ساختمان بدن می‌باشد و کوچکترین تغییرات بیومکانیکی در سطح اتکا بر کنترل وضعیت بدنی انسان اثرگذار می‌باشد و هر گونه نقص و کجی در آن تمام بدن را تحت فشار قرار می‌دهد (۱۲).

وضعیت قوس کف پا از عوامل خطرزای درونی مهم در بروز آسیب اندام تحتانی محسوب می‌شود (۱۳، ۴). عملکرد چندگانه ساختارهای کف پا، همانند جذب و پخش نیروهای عکس‌العمل زمین و همچنین



شکل ۱. وضعیت استخوان ناوی

جدول ۱.

ویژگی‌های آزمودنی‌ها در دو گروه ورزشکار و غیرورزشکار

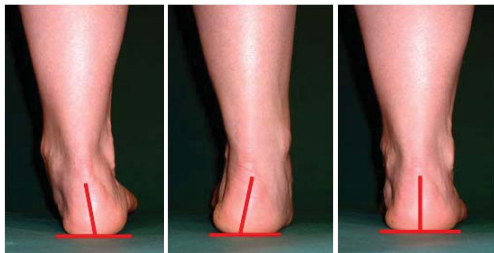
متغیر	ورزشکار	غیرورزشکار
تعداد	۲۰	۲۰
سن (سال)	۲۱/۵۰ ± ۴/۶۲	۲۲/۸۰ ± ۲/۶۱
جرم (kg)	۶۱/۷۰ ± ۹/۹۰	۶۴/۲۵ ± ۱۲/۴۰
قد (cm)	۱۶۸/۲۲ ± ۵/۰۸	۱۶۴/۶۵ ± ۶/۰۵

شده و با نظارت کامل محقق پرسشنامه‌های تحقیق توسط آنان کامل گردید و نحوه آزمون‌ها به‌طور کامل به آزمودنی‌ها توضیح داده شد تا تمامی آزمون‌ها با کمترین خطا و کاملاً یکسان ارزیابی شوند و کلیه تست‌ها از آزمودنی‌ها فقط توسط خود محقق سنجش شد.

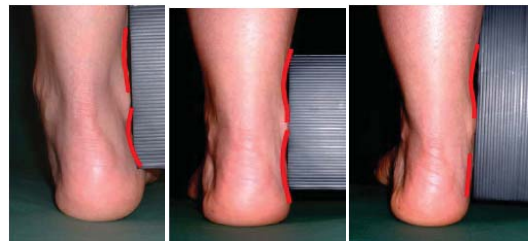
شاخص ساختار پا (FPI) یک روش ارزیابی کلینیکی پوسچر پا به‌صورت بصری است که دارای شش آیتم می‌باشد و برای اولین بار توسط Radmond در سال ۲۰۰۵ معرفی شد. تحقیقات مختلف نیز که از این مقیاس برای ارزیابی پوسچر پای گروه‌های مختلف ورزشکار و غیرورزشکار استفاده کرده‌اند آن را روشی ساده و سریع و با اعتبار و پایایی بالا گزارش کرده‌اند (۹،۱۷،۱۸). وضعیت قرارگیری استخوان ناوی، انحناهای فوقانی و تحتانی قوزک خارجی، موقعیت پاشنه در صفحه فرونتال، برجستگی اطراف مفصل قاپ ناوی، راستای قوس طولی داخلی پا و نزدیک شدن و دور شدن پنجه پا نسبت به پاشنه پا شش آیتمی هستند که به‌وسیله این مقیاس مورد اندازه‌گیری قرار می‌گیرد.

می‌باشد و در صدد است که ساختار پا، تعادل ایستا و پویا را در گروه‌های مورد آزمون مقایسه کند. جامعه آماری این تحقیق شامل دختران دانشجوی ۱۸-۲۷ ساله دانشگاه آزاد شهرستان میاندوآب که از طریق پرسشنامه و به‌روش غیرتصادفی هدفمند ۴۰ نفر به‌عنوان حجم نمونه انتخاب شدند که ۲۰ نفر آنها ورزشکار و الیالیست حرفه‌ای و ۲۰ نفر غیرورزشکار بودند و اطلاعات فردی آن‌ها به شرح جدول ۱ می‌باشد.

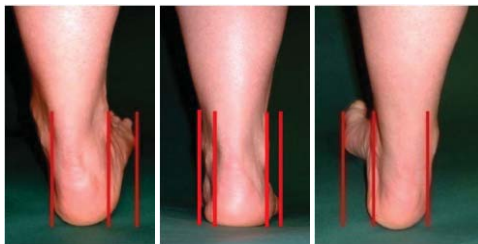
معیار عدم ورود به مطالعه شامل بیماری عصبی عضلانی، درگیری سیستم وستیبولار و بینایی، سابقه شکستگی اندام تحتانی، سابقه آسیب‌دیدگی اندام تحتانی در ۶ ماه اخیر، باقی ماندن درد و تورم در اندام تحتانی در زمان تحقیق بود (۱۶). پس از انتخاب آزمودنی‌ها با استفاده از پرسشنامه انتخاب هدفمند کلیه مراحل تست‌های تحقیق برای آنها توضیح داده و به نمونه‌ها اطمینان داده شد که اطلاعات فردی آنها کاملاً محرمانه بوده و فقط به صورت کد خواهد بود. سپس فرم رضایت‌نامه شرکت در آزمون توسط آزمودنی‌ها تکمیل



شکل ۳. وضعیت پاشنه در صفحه فرونتال (پای راست)



شکل ۲. انحناهای فوقانی و تحتانی قوزک خارجی (پای راست)



شکل ۵. راستای قوس طولی داخلی پا



شکل ۴. برجستگی اطراف مفصل قاپ ناوی (پای راست)

## ۱- ارزیابی وضعیت قرارگیری استخوان ناوی (Navicular):

در حالی که فرد ایستاده و روبرو را نگاه می‌کند آزمون‌گر با لمس کردن استخوان ناوی را پیدا می‌کند و با توجه به وضعیت قرارگیری به آن نمره می‌دهد، به طوری که برابر بودن سمت داخل و خارج استخوان ناوی وضعیت طبیعی، سقوط قسمت داخلی آن، پرونیشن و سقوط قسمت خارجی آن، سوپینیشن در نظر گرفته می‌شود (شکل ۱).

## ۲- ارزیابی وضعیت انحناهای فوقانی و تحتانی قوزک خارجی (Lateral malleolus):

در این تست آزمون‌گر با مشاهده انحناهای بالا و پایین قوزک خارجی یکی از سه وضعیت طبیعی، سوپینیشن و پرونیشن را مشخص می‌کند. به گونه‌ای که اگر انحنا پایینی و بالایی قوزک خارجی به یک اندازه باشند وضعیت طبیعی در نظر گرفته می‌شود؛ اما اگر انحنا پایینی قوزک خارجی گودتر از انحنا بالایی همان قوزک بود، وضعیت پرونیشن و اگر انحنا بالایی قوزک خارجی گود و انحنا پایینی قوزک خارجی صاف بود وضعیت سوپینیشن در نظر گرفته می‌شود (شکل ۲).

## ۳- ارزیابی موقعیت پاشنه در صفحه فرونتال (Frontal):

در این ارزیابی آزمون‌گر به وسیله ماژیک یک خط بر روی تاندون آشیل (Achilles) آزمودنی با خط کش رسم می‌کند و سپس با مشاهده خط رسم شده یکی از سه وضعیت طبیعی، سوپینیشن و پرونیشن را مشخص می‌کند. اگر خط رسم شده بدون انحراف قرار داشت وضعیت طبیعی، اگر انحراف خط به طرف داخل بود، وضعیت سوپینیشن و اگر انحراف خط به طرف خارج بود وضعیت پرونیشن در نظر گرفته می‌شود (شکل ۳).

## ۴- ارزیابی برجستگی اطراف مفصل قاپ ناوی (Talonavicular):

در این ارزیابی اگر قسمت داخلی پاشنه دارای یک انحنا طبیعی بود، وضعیت طبیعی و اگر قسمت داخلی پاشنه دارای فرورفتگی بود وضعیت سوپینیشن و اگر قسمت داخلی پاشنه دارای برآمدگی بود



شکل ۶. نزدیک شدن و دور شدن پنجه پا نسبت به پاشنه (پای راست)

وضعیت پرونیشن در نظر گرفته می‌شود (شکل ۴).

## ۵- ارزیابی راستای قوس طولی داخلی پا:

به طور طبیعی بایستی یک قوس طولی داخلی نرمال در کف پا وجود داشته باشد. در این ارزیابی افزایش قوس پا سوپینیشن و کاهش آن پرونیشن در نظر گرفته می‌شود (شکل ۵).

## ۶- ارزیابی نزدیک شدن و دور شدن پنجه پا نسبت به پاشنه پا:

در این ارزیابی آزمون‌گر با قرار گرفتن در زاویه دید مناسب در پشت هر پا وضعیت آنها را جداگانه ارزیابی می‌کند، به طوری که اگر در هنگام مشاهده انگشت کوچک (انگشت شماره ۵) مشاهده شود و دیگر انگشتان مشاهده نشوند وضعیت پرونیشن و اگر در هنگام مشاهده، شست پا مشاهده شود و دیگر انگشتان مشخص نباشد وضعیت سوپینیشن در نظر گرفته می‌شود (شکل ۶).

تمام اندازه‌گیری‌ها با استفاده از این مقیاس در وضعیت ایستا و پای برهنه بدون چرخش دادن پا انجام می‌شود. در زمان تست‌گیری به آزمودنی‌ها تذکر داده شد که فقط روبرو را نگاه کنند و به پایین نگاه نکنند تا نتایج اندازه‌گیری دچار خطا نشود. امتیازاتی که برای هر تست به پوسچر پای فرد داده می‌شود، به این صورت بود که اگر فردی در تست مربوطه دارای پوسچر طبیعی بود عدد صفر و اگر دارای پوسچر غیرطبیعی بود در حالت پرونیشن ۱ یا ۲ و در حالت سوپینیشن عدد ۱- یا ۲- بسته به شدت آن در جدول امتیازی مربوط به این تست برای پوسچر پای فرد ثبت می‌شد که مجموع این امتیازات پوسچر پای فرد را مشخص می‌کنند. به طوری که مجموع نمرات بین صفر تا ۵ پوسچر نرمال، بین ۶ تا ۹ پوسچر پرونیشن، بالاتر از ۱۰ پوسچر هایپرپرونیشن (Hyperpronation)، بین ۱- تا ۴- پوسچر سوپینیشن و بین ۵- تا ۱۲- پوسچر هایپرسوپینیشن (Hypersupination) در نظر گرفته شد.

از آزمون بس (BESS) برای اندازه‌گیری تعادل ایستا استفاده شد (۴). این آزمون شامل ۳ موقعیت ایستادن است که هر کدام روی سطوح ثابت و ناپایدار برای اندام برتر و غیربرتر انجام گرفت. سطح ناپایدار شامل بالشتک فوم فشرده (ساخت ایران) به ابعاد ۵×۵×۱ سانتی‌متر و سطح باثبات، کفپوش از جنس موکت سفت و نازک بود. این ۳ موقعیت عبارت بود از ایستادن روی هر دو پا، ایستادن روی پای مورد آزمون، در حالی که زانوی پای مخالف ۹۰ درجه خم بود و ایستادن روی هردو پا به صورتی که کف پای مورد آزمون در یک خط قدامی جلو قرار گرفته بود و پاشنه آن انگشت‌های پای عقبی را



شکل ۷. اندازه‌گیری تعادل ایستا با آزمون بس (BESS) روی سطح باثبات



شکل ۸. اندازه‌گیری تعادل ایستا با آزمون بس (BESS) روی سطح ناپایدار

نعلی و گرم کردن، آزمودنی در مرکز شبکه با یک پا می‌ایستاد و در حالی که دست‌هایش روی کمر قرار داشت، انتهایی‌ترین قسمت پای دیگر را در جهت‌های ۸ خط تا حد امکان، حرکت می‌داد. آزمودنی در هر جهت سه بار پای خود را حرکت می‌داد و در هر بار منحرف شدن پا با هر حرکت، برای ثبت اندازه پای خود را ۱۱ ثانیه نگه می‌داشت. آزمودنی بعد از هر حرکت به وضعیت ایستادن روی دو پا باز می‌گشت و پیش از حرکت بعدی ۳ ثانیه در آن حالت باقی می‌ماند. تمامی حرکت‌ها در یک جهت قبل از رفتن به جهت دیگر تکمیل می‌شدند و بین حرکت در هر دو جهت ۵ دقیقه استراحت در نظر گرفته می‌شد. آزمون ستاره جایگزینی ساده، پایا و ارزان برای ابزارهای گران‌امروزی است. همچنین Kinzey مشخص کرد که آزمون ستاره دارای پایایی خوب برای ارزیابی تعادل پویاست و ICC ۰/۸۶ تا ۰/۹۸ برای ارزیابی تعادل پویا دارد (۱۹).

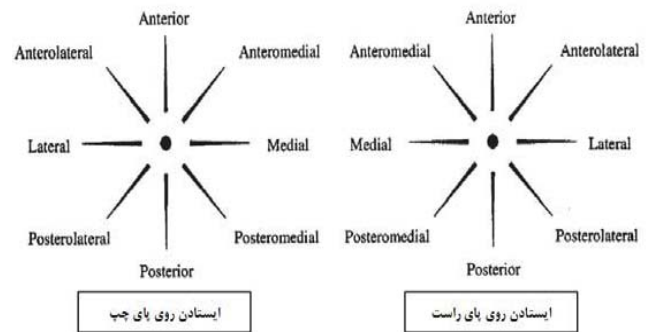
با توجه به این که طول پای افراد بر فاصله دستیابی آنها اثرگذار است، بنابراین میانگین فاصله دستیابی به طول پای هر آزمودنی تقسیم و در عدد ۱۰۰ ضرب شد تا امتیاز هر جهت مشخص گردد و فاصله دستیابی به عنوان درصدی از اندازه طول پا به دست آمد.

لمس می‌کرد. در هر سه موقعیت، چشم‌ها بسته بود و دست‌ها روی کمر قرار داشت. هر موقعیت به مدت ۲۰ ثانیه حفظ و نمره از طریق ثبت خطاها تعیین شد و پس از استراحت ۱۰ ثانیه‌ای حرکت بعدی انجام می‌شد. خطاها شامل باز کردن چشم‌ها، برداشتن دست‌ها از روی کمر، لمس کردن زمین با پایی که در تماس با زمین نیست، لی زدن و گام برداشتن و هرگونه حرکت پای ایستاده، بلند شدن پاشنه یا پنجه از روی زمین، حرکت ران به داخل یا ابداکشن ران بیش از ۱۴ درجه، دور ماندن از موقعیت بیش از ۵ ثانیه بود (شکل ۸ و ۷). برای اندازه‌گیری تعادل پویا از آزمون ستاره (SEBT) استفاده شد. آزمون تعادلی ستاره، روشی ساده برای آزمون تعادل پویای افراد است. این آزمون که برای اولین بار توسط Gary معروف شد، یک شبکه با ۸ خط در جهات مختلف با زاویه ۴۵ درجه است که فرد در مرکز شبکه با یک پا می‌ایستد و پای دیگر را در جهات ۸ خط تا جایی که امکان دارد حرکت می‌دهد (شکل ۹). پس از این که آزمون‌گر توضیحات لازم را درباره آزمون ارائه کرد، هر آزمودنی سه بار این آزمون را تمرین می‌کرد تا روش کار را فراگیرد. پس از ۵ دقیقه تمرینات کششی عضلات چهار سر، همسترینگ، دوقلو و



مقدار همبستگی ۰/۱۴ و سطح معنی‌داری ۰/۵۵ و در غیرورزشکاران مقدار همبستگی ۰/۳۷- و سطح معنی‌داری ۰/۱ می‌باشد. بر این اساس می‌توان چنین نتیجه گرفت که بین شاخص ساختار پا و تعادل ایستا هم در دختران ورزشکار و هم دختران غیرورزشکار ارتباط معنی‌داری وجود ندارد ( $p \geq 0/05$ ). بررسی ارتباط بین شاخص ساختار پا و تعادل پویا در دختران ورزشکار، مقدار همبستگی ۰/۰۵- و سطح معنی‌داری ۰/۸۲ و در دختران غیرورزشکار مقدار همبستگی ۰/۰۹- و سطح معنی‌داری ۰/۷۱ می‌باشد. بر این اساس می‌توان چنین نتیجه گرفت که بین شاخص ساختار پا و تعادل پویا هم در دختران ورزشکار و هم دختران غیرورزشکار ارتباط معنی‌داری وجود ندارد ( $p \geq 0/05$ ) (جدول ۲).

جدول ۳ مقایسه شاخص ساختار پا در دو گروه دختران ورزشکار و غیرورزشکار، مقدار T، ۳/۲۴- و سطح معنی‌داری ۰/۰۰ را نشان می‌دهد که نشان دهنده اختلاف معنی‌دار بین دو متغیر می‌باشد. بر این اساس می‌توان چنین نتیجه گرفت که بین شاخص ساختار پای دختران ورزشکار حرفه‌ای و غیرورزشکاران تفاوت معنی‌داری وجود دارد ( $p \leq 0/05$ ). نتایج حاصل از مقایسه تعادل ایستای در دو گروه دختران ورزشکار و غیرورزشکار، مقدار T، ۵/۹۴- و سطح معنی‌داری ۰/۰۰ را نشان می‌دهد که نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار بین دو متغیر می‌باشد ( $p \leq 0/05$ ). مقایسه تعادل پویا در دو گروه دختران ورزشکار و غیرورزشکار، مقدار T، ۳/۳۸ و سطح معنی‌داری ۰/۰۰ را نشان می‌دهد که نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار بین دو متغیر می‌باشد ( $p \leq 0/05$ ) (جدول ۳).



شکل ۹. آزمون تعادل ستاره (SEBT)

طول پا از خار خاصه‌های قدامی فوقانی تا قوزک داخلی با متر نواری اندازه‌گیری شد. به این منظور آزمودنی در وضعیت خوابیده به پشت قرار می‌گرفت، در حالی که زانوها در وضعیت اکستنشن قرار داشت و مچ پاها ۱۵ سانتی‌متر از هم فاصله داشتند (۲۰). داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS ۲۱ تجزیه و تحلیل شدند. نرمال بودن توزیع داده‌ها با آزمون کولموگروف اسمیرنوف (kolmogrov smirnov) تعیین شد. سپس با توجه به نرمال بودن توزیع داده‌ها از آزمون T مستقل برای مقایسه متغیرها در دو گروه ورزشکار و غیرورزشکار و از آزمون ضریب همبستگی پیرسون برای بررسی ارتباط بین شاخص ساختار پا و تعادل ایستا و پویا استفاده شد. سطح معنی‌داری کمتر از ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

## نتایج

بررسی ارتباط بین شاخص ساختار پا و تعادل ایستا در دختران ورزشکار،

### جدول ۲.

نتایج آزمون همبستگی پیرسون برای تعیین ارتباط بین شاخص ساختار پا و تعادل ایستا و پویای دو گروه ورزشکار و غیرورزشکار

متغیر	میانگین و انحراف معیار	مقدار همبستگی	سطح معنی‌داری
ورزشکار	شاخص ساختار پا	۰/۴ ± ۱/۰۱	۰/۵۵
	تعادل ایستا	۶/۷ ± ۰/۲۲	
غیرورزشکار	شاخص ساختار پا	۲/۳۲ ± ۰/۷۸	۰/۱
	تعادل ایستا	۳/۳ ± ۰/۲۵	
ورزشکار	شاخص ساختار پا	۰/۴ ± ۱/۰۱	۰/۸۲
	تعادل پویا	۸۰/۹۶ ± ۷۱/۹	
غیرورزشکار	شاخص ساختار پا	۲/۳۲ ± ۰/۷۸	۰/۷۱
	تعادل پویا	۷۱/۰۲ ± ۱۱۰/۱	

## جدول ۳.

مقایسه میانگین شاخص ساختار پا، تعادل ایستا و تعادل پویا بین دو گروه ورزشکار و غیرورزشکار

متغیر	تعداد	میانگین و انحراف معیار	T	سطح معنی داری
شاخص ساختار پا	۲۰	$۰/۴ \pm ۱/۰۱$		
ورزشکار	۲۰	$۲/۳۲ \pm ۰/۷۸$	-۳/۲۴	* /۰۰
غیرورزشکار	۲۰	$۶/۷ \pm ۰/۲۲$		
تعادل ایستا	۲۰	$۳/۳ \pm ۰/۲۵$	-۵/۹۴	* /۰۰
ورزشکار	۲۰	$۸۰/۹۶ \pm ۷۱/۹$		
غیرورزشکار	۲۰	$۷۱/۰۲ \pm ۱۱۰/۱$	۳/۳۸	* /۰۰

\*  $P \leq ۰/۰۵$  (دارای تفاوت معنی دار است)

## بحث

با هم‌دیگر ندارند ولی در سطح نرم پای طبیعی دارای تعادل بهتری می‌باشد و افراد با پای سوپینیت دارای تعادل ضعیف‌تری نسبت به دو گروه دیگر بودند (۲۴). نتایج این بررسی هم با تحقیق Cote و همکاران و Anbarian و همکاران در مورد افراد با پای پرونیت و روی سطح سفت همسو می‌باشد (۲۳، ۲۴)، البته اختلافاتی جزئی هم در تعادل پویا وجود دارد که می‌توان آن را به جنسیت و عوامل ژنتیکی و تعداد آزمودنی‌ها و همچنین روش آماری مورد استفاده با تحقیق مرتبط دانست.

همچنین شاخص‌های تعادل ایستا و تعادل پویا بین دو گروه دختران ورزشکار و غیرورزشکار دارای تفاوت معنی‌دار می‌باشد که گروه ورزشکار هم در تعادل ایستا و هم در تعادل پویا میانگین بالاتر و وضعیت بهتری در کنترل تعادل نسبت به گروه غیرورزشکار دارد که در حقیقت می‌توان گفت که ورزشکار بودن یا نبودن دختران نقش اصلی را در ایجاد تفاوت معنی‌دار در فاکتورهای شاخص ساختار پا و تعادل ایستا و پویا بین دو گروه دارد و شاخص ساختار پا ارتباطی با میزان تعادل (ایستا و پویا) دختران ورزشکار و غیرورزشکار ندارد. احتمالاً می‌توان گفت افرادی که در برنامه‌های منظم ورزشی شرکت می‌کنند دارای ساختار پای طبیعی‌تری نسبت به افراد غیرورزشکار می‌باشند. نتیجه این تحقیق نشان‌دهنده تأثیر ورزش روی آناتومی و رشد استخوان‌ها بوده و نقش فعالیت بدنی مناسب را در اصلاح ناهنجاری‌های پا مشخص می‌کند. در مورد ارتباط بین تعادل در بین ورزشکاران و غیرورزشکاران همچنین بین انواع ورزش‌ها تحقیقات زیادی انجام شده است. Bressel و همکاران در یافته‌های تحقیقی خود اعلام کردند بین تعادل ایستا و پویای ژیمناست‌ها و فوتبالیست‌ها

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که بین شاخص ساختار پا با تعادل ایستا و پویا در هر دو گروه دختران ورزشکار و غیرورزشکار ارتباط معنی‌داری وجود ندارد، ولی شاخص‌های ساختار پا و تعادل ایستا و پویا بین دختران ورزشکار و غیرورزشکار دارای تفاوت معنی‌داری می‌باشد ( $p \leq ۰/۰۵$ ). شاخص ساختار پای هر دو گروه ورزشکار و غیرورزشکار در وضعیت نرمال (امتیاز ۰ تا ۵) قرار دارد. مقایسه میانگین شاخص ساختار پا در دو گروه نشان داد که میانگین گروه ورزشکار ( $۰/۴ \pm ۱/۰۱$ ) به عدد صفر نزدیک بوده و میانگین گروه غیرورزشکار ( $۲/۳۲ \pm ۰/۷۸$ ) بوده و تمایل به پای پرونیت دارد. لذا احتمالاً می‌توان بیان کرد که افراد غیرورزشکار مستعد بروز آسیب‌های مچ پا می‌باشند که این نتیجه با تحقیقات Sahebozamani و Dadgar و همچنین Akbari و همکاران هم‌راستا می‌باشد (۲۱، ۲۲).

Cote و همکاران آثار پای چرخیده به خارج و داخل را بر تعادل ایستا و پویای افراد بررسی کردند. در این تحقیق اختلاف معنی‌داری بین گروه‌ها در وضعیت ایستا مشاهده نشد، اما فواصل دسترسی اجرای آزمون تعادلی ستاره در حالت پویا فقط در برخی جهات بین دو گروه معنی‌دار بود (۲۳). همچنین در تحقیقی دیگر که Anbarian و همکاران به بررسی مقایسه عملکرد تعادلی ایستا بر روی ۶۰ دختر نوجوان با ساختار پاهای پرونیت، سوپینیت و نرمال انجام دادند به این نتیجه رسیدند که افراد با ساختار پای پرونیت و پای طبیعی بر روی سطح سفت تفاوت معنی‌داری در تعادل ایستا

هماهنگی عصبی-عضلانی و تقویت عضلات و پایین آوردن آستانه تحریک گیرنده‌های حس عمقی شده و باعث بهبود حفظ تعادل فرد می‌شود. بنابراین به افراد توصیه می‌شود که با شرکت در برنامه‌های ورزشی منظم، به‌ویژه تمریناتی که سیستم‌های حفظ تعادل بدن از جمله گیرنده‌های حس عمقی را تحریک می‌کنند، وضعیت تعادل خود را بهبود ببخشند و احتمال بروز آسیب‌های ورزشی ناشی از ضعف تعادل را به حداقل برسانند. همچنین پیشنهاد می‌شود که همین تحقیق را با استفاده از آزمون‌ها و ابزارهای سنجش تعادل متفاوت، بر روی رشته‌های ورزشی مختلف از قبیل فوتبال و ژیمناستیک که تعادل فاکتور مهمی در آن‌ها می‌باشد انجام داد.

### نتیجه‌گیری نهایی

بین ساختار پا و عملکرد تعادلی در ورزشکاران و غیرورزشکاران همبستگی مشاهده نشد، ولی داشتن فعالیت بدنی منظم و مناسب باعث می‌شود که عضلات افراد تقویت شده، عملکرد عصبی عضلانی مناسب و ساختار پای طبیعی‌تری داشته باشند و همچنین منجر به بهبود تعادل ایستا و پویای افراد ورزشکار نسبت به غیرورزشکار می‌شود.

تفاوتی وجود ندارد. در مقابل بسکتبالیست‌ها تعادل ایستای کمتری در مقایسه با ژیمناست‌ها و تعادل پویای کمتری در مقایسه با فوتبالیست‌ها دارند (۱۶). در حالی که نتایج تحقیق Davlin نشان داد که ژیمناست‌ها تعادل پویای بیشتری در مقایسه با فوتبالیست‌ها، شناگران و گروه کنترل و همچنین ورزشکاران تعادل بیشتری در مقایسه با غیرورزشکاران دارند (۲۵). همچنین در تحقیقی Norasteh و همکاران نشان دادند که در آزمون تعادل ایستا، خطا به‌طور معنی‌داری در ژیمناست‌ها در مقایسه با افراد غیرورزشکار و شناگران و در فوتبالیست‌ها در مقایسه با شناگران کمتر است و در آزمون تعادل پویا امتیازها به‌طور معنی‌داری در ژیمناست‌ها در مقایسه با افراد غیرورزشکار و بسکتبالیست‌ها و در فوتبالیست‌ها در مقایسه با افراد غیرورزشکار بیشتر است. نتایج تحقیق حاکی از آن بود که شناگران تعادل ایستای کمتر و بسکتبالیست‌ها تعادل پویای کمتری در مقایسه با دو گروه ورزشی دیگر دارند (۲۶) که برخی نتایج آن با تحقیق حاضر همسو می‌باشد. البته تناقضاتی با تحقیقات معدودی به چشم می‌خورد که علت آنها احتمالاً جنسیت و رده‌های سنی گروه‌های انتخاب شده و عوامل ژنتیکی می‌باشد. بنابراین می‌توان گفت که تعادل بیشتر از آن که تحت تأثیر وضعیت پای افراد قرار بگیرد، بیشتر از آمادگی بدنی و عملکرد عصبی عضلانی افراد تأثیر می‌پذیرد و انجام ورزش به‌طور منظم احتمالاً منجر به افزایش

## References

- Cobb S, Tis L, Johnson B, Higbie J, The effects of fore foot varus on postural stability, *J Orthop Sport Phys Ther* 2004;34(3):79-85.
- Mousavi H, Ghasemi B, Faramarzi M, The relationship between internal longitudinal foot arch with static and dynamic balance of 12-14 years male, *J sport med* 2009;2:107-25.
- Riemann BL, Myers JB, Lephart SM, Sensorimotors system measurement techniques, *J Athl Train* 2002;37(1):85-98.
- Shah Heydari S, Norasteh A, Mohebbi H, The comparison of balance of dominant and non-dominant legs in soccer players, *J sport med* 2012;4(7):5-17.
- Hertel J, Gay MR, Denegar CR, Differences in postural control during single-leg stance among healthy individuals with different foot types, *J Athl Train* 2002; 37(2):129-32.
- Lee AJ, Lin W, Huang CH, Impaired proprioception and poor static postural control in subjects with functional instability of the ankle. *J Exerc Sci Fit* 2006;4(2):117-25.
- Erfani M, Sahebozamani M, Marefati H, Sharifian E, The survey of sole arch index and its relationship to noncontact ankle sprain in athletes, *J Sport Med* 2011;2(3):99-112.
- Morrison KE, Kaminski TW, Foot characteristics in association with reinversion ankle injury, *J Athl Train* 2007;42(1):135-42.
- Cornwall M, McPoil T, Lebec M, Vicenzino B, Wilson J; Reliability of the modified Foot Posture Index; *J Am Podiatr Med Assoc* 2008;98(1):7-13.
- Kapandji IA, *Kinesiology of lower extremity joints*, Translate by: Mostofi MS, Eyvazi Garamolki M, Sobhani AGH. Tabriz: Salar Press. 1999:P.244-246.
- Twomey D, McIntosh A, Simon J, Lowe K, Wolf S, Kinematic differences between normal and low arched feet in children using the Heidelberg foot measurement method. *Gait Posture* 2010; 32(1):1-5.
- Vareka I, Varekova R, The height of the longitudinal foot



- arch assessed by Chippaux-Smirak index in the compensated and uncompensated foot types according to Root. *Acta Universitatis Palackianae Olomucensis Gymnica* 2008;38(1):35-4.
13. Ghasemi V, Rajabi R, Alizadeh M, Rostami K, Savaralia M. Investigating relationship between the medial longitudinal arch and some foot antropometric measurement with dynamic balance, *J sport pec* 2015;11(21):23-36.
  14. Dadgar H, Sahebozamani M, Evaluation of sole arch index and non-contact lower-extremity injury rates in male karateka, *Journal of Research in Rehabilitation Sciences*, 2011;7(1):1-8.
  15. Jafarnejad H, Normative balance in school students Gilan. MSc Thesis. University of Guilan. 2011;21-22.
  16. Bressel E, Yonker J, Kras J, Health E, Comparison of static and dynamic balance in female collegiate soccer, basketball and gymnastics athletes, *J Athl train* 2007;42(1):42-46.
  17. Evans AM, Copper AW, Scharfbillig RW, Scutter SD, Williams MT; Reliability of the foot posture index and traditional measures of foot position; *J Am Podiatr Med Assoc* 2003;93(3):203-13.
  18. Stewart C Morrison, and Jill Ferrari, Inter-rater reliability of the Foot Posture Index (FPI-6) in the assessment of the paediatric foot; *J Foot Ankle Res* 2009;2:26.
  19. Kinzey S, Armstrong C, The reliability of the star-excursion test in sssessing dynamic balance, *J Orthop Sports Phys Ther* 1998;27:356-360.
  20. Timothy G.L, Alex F, Reynaldo M, Anthropometric Standardization reference Manual, 1998; Chapter 2: PP:15-17.
  21. Dadgar H, Sahebozzamani M, evaluating arch of foot and amount of noncontact inhuries of knee and ankle in male karateka, *JRRS* 2012;7(1):1-8.
  22. Akbari M, Ahanjan Sh, Akbari M, investigate the instability of ankle joint in national athlete of wrestling football basketball, *Sabzevar medicine science (asrar)*, 2007;13(4):178-184.
  23. Cote, KP, Brunet, ME, Gansneder, BM, Shultz, SJ, Effects of pronated anc supinated foot posture on static and dynamic postural stability, *J Athl Train* 2005;40(1):41-6.
  24. Anbarian M, Khodaveisi H. The comparison of static balance performance with different structure of foot in adolescent, *J Mov Sci Sport* 2012;1(9):1-9.
  25. Christiana d.Davlin, Dynamic Balance In High Level thletes, *Perce Motor Skills* 2004;98:1171-1176.
  26. Norasteh A, Mohebbi H, Shah Heydari S, Comparison of Static and Dynamic Balance in Different Athletes, *j sport med* 2011;2(2):5-22.

## Comparison between Foot Posture and Static and Dynamic Balance in Athlete and Non-Athlete Girls

Narmin Ghanizadeh Hesar<sup>1\*</sup>,  
Marziyeh Vakili<sup>2</sup>,  
Behnam Ebrahimi<sup>1</sup>

1. Department of Sport Injuries and Corrective Exercises, Faculty of physical education and sport sciences, Urmia University, Urmia, Iran.

2. Department of Sport Biomechanics, Faculty of physical education and sport sciences, Islamic Azad University, Brujerd Branch, Brujerd, Iran.

\* Corresponding author:  
Department of Sport Injuries and Corrective Exercises, Faculty of physical education and sport sciences, Urmia University, Urmia, Iran.  
Tel: 09143412193  
Email: n\_hesar@yahoo.com

### Abstract

Received: April 7, 2014 Accepted: Aug. 20, 2015

**Objective:** The aim of this study was to evaluate relationship between foot posture and static and dynamic balance in athlete and non-athlete girls.

**Methods:** The sample of the study included 20 athlete (aged 22.8 2.61) and 20 non-athlete (aged 21.5 4.62) girls. To evaluate foot posture, dynamic balance and static balance, Radmond's six scale visual method, star exersion balance test, and BESS test were used respectively. To analyzing data, independent samples t-test and Pearson correlation test were used. ( $P \leq 0.05$ ).

**Results:** The results of data analysis did not showed a significant correlation between foot posture and dynamic and static balance in any of athlete and non-athlete girls ( $p \geq 0.05$ ) but there were significant differences in foot posture, dynamic and static balance between the two groups ( $p \leq 0.05$ ).

**Conclusion:** This research shows that athletes have appropriate foot posture index and balance function. Also, based of the findings of the study, it could be argued that fitness and neuro-muscular performance affect the balance more than biomechanic factors such as foot posture.

**Keywords:** Foot posture, Static and dynamic balance, Athlete and non-athlete girls

آقای بهنام ابراهیمی مدرک کارشناسی ارشد حرکات اصلاحی و آسیب‌شناسی ورزشی را در سال ۱۳۹۴ از دانشگاه سراسری ارومیه دریافت نمودند. زمینه‌های تحقیقاتی مورد علاقه ایشان ناهنجاری‌ها و آسیب‌های زانو، ثبات مرکزی، تعادل و کنترل پوسچر می‌باشد. همچنین ایشان دارای دو کتاب ترجمه شده در حیطه آسیب ACL و توانبخشی ورزشی و همچنین ۵ مقاله ارائه شده در کنفرانس‌های معتبر داخلی می‌باشد.



دکتر نرمین غنسی‌زاده حصار، در سال ۲۰۱۱ درجه دکتری خود در رشته حرکات اصلاحی و آسیب‌شناسی ورزشی را از دانشکده پزشکی دانشگاه گنت بلژیک دریافت کرد و از سال ۱۳۷۷ شروع به تدریس در دانشگاه نمود و هم‌اکنون عضو هیئت علمی دانشگاه ارومیه می‌باشد. زمینه تحقیقاتی ایشان طب ورزشی، توانبخشی ورزشی، تمرین درمانی، آسیب‌شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، بیومکانیک ورزشی می‌باشد. ایشان دارای بیش از ۲۰ مقاله در مجلات علمی پژوهشی و کنفرانس‌ها می‌باشند.



خانم مرضیه وکیلی مدرک کارشناسی ارشد رشته بیومکانیک ورزشی را در سال ۱۳۹۲ از دانشگاه آزاد اسلامی بروجرد دریافت نمودند. ایشان دارای دو مقاله ارائه شده در کنفرانس استعدادیابی ورزشی می‌باشد.

