

## تاثیر تمرینات طناب زنی بر کنترل پاسچر، تعادل ایستا و پویای دانش آموزان پسر دارای کف پای صاف

مهدی قادریان<sup>۱\*</sup>، غلامعلی قاسمی<sup>۲</sup>، وحید ذوالاکتاف<sup>۲</sup>

۱. کارشناس ارشد، گروه آسیب شناسی و حرکات اصلاحی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران

۲. دانشیار، گروه آسیب شناسی و حرکات اصلاحی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران

### چکیده

**زمینه و هدف:** کف پا از بخش های بسیار فعال در فعالیت های جهشی مانند طناب زنی بوده و با سطح اندک خود، نقش مهمی در حفظ تعادل ایفا می کند. هدف این تحقیق بررسی تاثیر ۱۲ هفته تمرینات طناب زنی بر کنترل پاسچر، تعادل ایستا و پویای دانش آموزان پسر ۱۳-۱۰ ساله دارای کف پای صاف بود. **روش تحقیق:** جامعه آماری این مطالعه نیمه تجربی ۴۵۰ نفر از دانش آموزان پسر ۱۰ تا ۱۳ ساله بخش جرقویه سفلی بودند. پس از ارزیابی اولیه با دستگاه پدسکوپ (کیفی) و سپس اندازه گیری با اسکرنر کف پا (کمی) و شاخص استاهلی، تعداد ۳۰ نفر از دانش آموزان به عنوان نمونه انتخاب و به صورت تصادفی به دو گروه ۱۵ نفری تجربی و کنترل تقسیم شدند. جهت اندازه گیری کنترل پاسچر از دستگاه فوت اسکن استفاده و تغییرات مرکز فشار در کف پاها به مدت ۲۰ ثانیه ثبت گردید. تعادل ایستا با آزمون لک لک و تعادل پویا با آزمون تعادل ۷ ارزیابی گردید. آزمودنی های گروه های تجربی به مدت ۱۲ هفته، هر هفته سه جلسه ۴۵ دقیقه ای در یک پروتکل تمرین طناب زنی شرکت کردند. در طی این مدت آزمودنی های گروه کنترل در هیچ برنامه فعالیت بدنی منظمی شرکت نداشتند. داده ها با روش های آزمون t مستقل و تحلیل واریانس ترکیبی در سطح معنی داری  $p < 0/05$  تحلیل آماری شد. **یافته ها:** تغییرات درون گروهی (پس آزمون نسبت به پیش آزمون) و همچنین اثرات تعاملی (نوبت آزمون × گروه) در تمام متغیرها معنی دار بود ( $p < 0/001$ ) ولی تفاوت های بین گروهی تنها در متغیر تعادل ایستا معنی دار بود ( $p < 0/01$ ). **نتیجه گیری:** تمرینات طناب زنی تمریناتی مفید جهت بهبود تعادل ایستا، پویا و کنترل پاسچر افراد دارای کف پای صاف منعطف است. از اینرو استفاده از این تمرینات در کنار سایر روش های بهبود تعادل و کنترل پاسچر، به این افرادی توصیه می شود.

**واژه های کلیدی:** تمرینات طناب زنی، پای صاف، ثبات پاسچر، تعادل ایستا، تعادل پویا.

\* نویسنده مسئول؛ آدرس: اصفهان، میدان آزادی، دانشگاه اصفهان، دانشکده علوم ورزشی، گروه آسیب شناسی و حرکات اصلاحی؛

## مقدمه

در این وضعیت به طور ذاتی ثبات و پایداری کمی دارد (نشنر<sup>۱</sup> و دیگران، ۱۹۸۲). با این وجود، کف پای انسان با سطح اندک خود، نقش مهمی در حفظ تعادل بدن ایفا کرده و قوس های موجود در کف پا، تکانه ها و نیروهای وارده از زمین را جذب می کند (رازقی و بات<sup>۲</sup>، ۲۰۰۲). محققانی به بررسی تاثیر ساختار پا بر تعادل پرداخته و نقش ساختار پا را در کنترل پاسچر تأیید کرده اند. از این جمله هرتل<sup>۳</sup> و دیگران<sup>۴</sup> (۲۰۰۲) به بررسی اثر ناهنجاری های ساختاری کف پا بر تعادل استاتیکی پرداختند. آنها تعادل استاتیکی را با محاسبه انحراف مرکز فشار پا اندازه گیری کرده و نتیجه گرفتند که افراد مبتلا به ساختار آناتومیکی غیر طبیعی کف پا مانند کف پای صاف و گود در مقایسه با افراد سالم، عملکرد تعادل ضعیف تری دارند. کات و دیگران (۲۰۰۵) علاوه بر تعادل استاتیکی، تعادل دینامیکی را در افراد مبتلا به ناهنجاری های کف پا بررسی کرده و نشان دادند که عملکرد تعادل دینامیکی در افراد مبتلا به ناهنجاری های کف پا ضعیف تر از افراد دارای کف پای طبیعی است. خداویسی و دیگران (۲۰۰۹) نیز تأثیر ناهنجاری های کف پای گود و صاف را در تعادل دینامیکی دختران نوجوان بررسی و آن را با آزمودنی هایی با ساختار طبیعی پا مقایسه کردند. نتایج نشان داد افراد مبتلا به ناهنجاری های ساختاری پا عملکرد تعادلی ضعیف تری داشتند. به نظر می رسد کف پای صاف با پرونیشن بیش از حد مفصل ساب تالار مرتبط باشد. پرونیشن جبرانی غیر طبیعی ممکن است موجب عدم ثبات و بیش حرکتی مفاصل پا شود (گوسکیویز و پرین<sup>۵</sup>، ۱۹۹۶). بنابراین کف پای صاف ممکن است حین تحمل وزن ناپایدار باشند و کنترل پاسچر را مختل کنند (کوب<sup>۶</sup> و دیگران، ۲۰۰۴). از سوی دیگر، تغییر در قدرت و فعالیت عضلات اطراف مفصل مچ پا، بر استراژی های حفظ تعادل تأثیر می گذارد و در نتیجه، تعادل فرد تحت تأثیر ساختار پا قرار می گیرد (کین<sup>۷</sup> و دیگران، ۲۰۰۶). طناب زنی فعالیت بدنی کامل و مفرحی است که به صورت انفرادی، دونفره و گروهی با استفاده از طناب های کوتاه و بلند و یک، دو یا چند طنابی انجام می گیرد.

کنترل پاسچر از عوامل اساسی مورد نیاز در انجام فعالیت های روزانه، اجرای بهینه فعالیت های ورزشی و پیشگیری از آسیب دیدگی می باشد. کنترل پاسچر به منظور دست یابی به دو هدف پایداری<sup>۱</sup> و جهت یابی صحیح راستای قامت<sup>۲</sup>، در مطالعه حرکات انسان جایگاه ویژه ای دارد. پایداری عبارت از توانایی حفظ مرکز ثقل بدن<sup>۳</sup> در محدوده سطح اتکا و جهت یابی صحیح راستای قامت، توانایی حفظ ارتباط صحیح اجزای مختلف بدن نسبت به یکدیگر و ارتباط مؤثر و مناسب بدن با محیط برای انجام وظیفه ای خاص است (دانشمندی و دیگران، ۲۰۰۷). برای کنترل پاسچر، فرد باید وضعیت بدن خود را در فضا حفظ کند و نیروی مناسب را برای حفظ یا تصحیح موقعیت بدن خود تولید کند و دست یابی به این هدف، نیازمند ارتباط پیچیده سیستم های حسی، عصبی و اسکلتی - عضلانی می باشد (کوت<sup>۴</sup> و دیگران، ۲۰۰۵). جهت ایستادن، اجزای مرکزی و محیطی سیستم عصبی به نحو مطلوبی با یکدیگر عمل می کنند و سیستم عصبی مرکزی، درون دادهای محیطی را پردازش کرده و مناسب ترین پاسخ عضلانی را برای کنترل پاسچر و وضعیت بدن انتخاب می کند (فراندین<sup>۵</sup> و دیگران، ۱۹۹۵). از آنجا که تعادل در زنجیره حرکتی بسته حفظ شده و به بازخورد ادغام شده حرکات مفاصل لگن، زانو و مچ پا متکی است، ممکن است در اثر اختلال در ارسال اطلاعات حسی آوران یا اختلال در قدرت و استحکام مکانیکی هر یک از مفاصل یا ساختار متعلق به اندام تحتانی مختل شود (وینتر<sup>۶</sup> و دیگران، ۱۹۹۰). با پایین ترین قسمت این زنجیره را تشکیل می دهد و محدوده کوچکی از سطح اتکا را برای حفظ تعادل فراهم می کند، پس منطقی به نظر می رسد که تغییرات بیومکانیکی کوچک در محدوده سطح اتکا ممکن است کنترل تعادل را تحت تأثیر قرار دهد. حفظ تعادل بدن در حالت ایستا به طور معمول مقیاس شناسایی عملکرد اندام تحتانی بدن محسوب می شود (کوت و دیگران، ۲۰۰۵). بدن متشکل از مجموعه ای از بخش های منعطف است که به صورت قائم نگه داشته شده و در آن مرکز جرم بدن در ارتفاع بالاتری نسبت به سطح اتکای کوچکی به نام پاها قرار گرفته است. بنابراین بدن

1. Stability  
2. Orientation  
3. Center of gravity (COG)  
4. Cote

5. Frandin  
6. Winter  
7. Nashner  
8. Razeghi & Batt

9. Hertel  
10. Guskiewicz & Perrin  
11. Cobb  
12. Kean

کنترل پاسچر ایستاده، ساختار کف پا را با استفاده از اثر نقش کف پا مورد بررسی قرار دادند و گزارش کردند که افراد دارای پای صاف یا گود، کنترل پاسچر ضعیف تری نسبت به افراد طبیعی داشتند.

همان گونه که در مطالب فوق اشاره شده است طناب زنی تمرین ساده ای است که با حداقل تجهیزات در هر مکان و زمان و توسط هر فردی قابل اجرا می باشد و تاثیر این فعالیت روی بسیاری از مهارت های زیست حرکتی و شناختی بررسی شده، اما تاکنون هیچ تحقیق مستقلی اثر آن روی ثبات پاسچر و تعادل در تعامل با قوس کف پا که از بخش های بسیار فعال در این فعالیت می باشند، را بررسی نکرده است. بنابراین تحقیق حاضر سعی دارد به مطالعه تاثیر تمرینات طناب زنی روی ثبات پاسچر و تعادل ایستا و پویای دانش آموزان دارای کف پای صاف بپردازد.

#### روش تحقیق

این پژوهش یک مطالعه نیمه تجربی کنترل شده بود. جامعه آماری تحقیق دانش آموزان پسر ۱۰ تا ۱۳ ساله بخش جرقویه سفلی اصفهان بودند که جهت دسترسی و گزینش نمونه ها مورد مطالعه قرار گرفتند. پس از کسب مجوز از سازمان آموزش و پرورش استان اصفهان به شماره ۲۳۸۵۷۹ مورخ ۹۳/۰۹/۰۴، ارزیابی اولیه جهت مشخص کردن ساختار کف پای ۴۵۰ دانش آموز این مدارس و گزینش آزمودنی های تحقیق با استفاده از دستگاه پدسکوپ<sup>۱</sup> و به صورت کیفی انجام شد و ارزیابی دوم جهت ثبت نقش پای آزمودنی ها، با استفاده از دستگاه اسکنر کف پا انجام و میزان قوس کف پا از طریق شاخص استاهلی به صوت کمی مشخص گردید (استاهلی<sup>۲</sup> و دیگران، ۱۹۸۷؛ اندورا<sup>۳</sup> و دیگران، ۲۰۰۸). ۳۰ نفر از دانش آموزان با پر کردن فرم رضایت نامه توسط والدینشان و به شکل داوطلبانه به عنوان نمونه انتخاب شدند و به صورت تصادفی در دو گروه ۱۵ نفری تجربی (میانگین شاخص استاهلی ۱/۰۴، قد ۱۴۶/۹۰ سانتیمتر، وزن ۴۴/۲۷ کیلوگرم و سن ۱۱/۱۳ سال) و کنترل (میانگین شاخص استاهلی ۰/۹۹، قد ۱۴۶/۰۴ سانتیمتر، وزن ۴۳/۸۷ کیلوگرم و سن ۱۱/۵۳ سال) قرار گرفتند. برای تعیین ثبات پاسچر از دستگاه فوت اسکن استفاده شد و تغییرات مرکز فشار در کف پاها به مدت ۲۰ ثانیه ثبت گردید.

این ورزش از گذشته های دور به عنوان یک بازی و تفریح بین سنین مختلف رواج داشته است و ورزشکاران رشته های دیگر نیز جهت چابکی، استقامت، هماهنگی عصب و عضله، تعادل و آمادگی جسمانی از این رشته استفاده می کردند (قلیچ پور و دیگران، ۲۰۱۳). براساس تحقیقات انجام گرفته در آمریکا، ۱۰ دقیقه طناب زنی برابر با ۳۰ دقیقه دویدن با سرعت متوسط ۵/۷ مایل در ساعت می باشد. اگر فردی با وزن ۱۵۰ پوند، ۱۲۰ بار در هر دقیقه طناب بزند، بدن او در هر دقیقه ۱۲ کالری انرژی مصرف می کند (چن و لین<sup>۴</sup>، ۲۰۱۲). سازمان بین المللی طناب زنی<sup>۵</sup> و انجمن طناب زنی کانادا<sup>۶</sup> در سال ۱۹۸۰ میلادی و فدراسیون جهانی طناب زنی<sup>۴</sup> در سال ۱۹۹۱ تشکیل شد. این رشته در ایران زیر نظر فدراسیون ورزش های همگانی فعالیت می کند (قلیچ پور و دیگران، ۲۰۱۳). تمرینات طناب عضلات دست و پا را درگیر کرده و عملکرد قلبی-عروقی و سوخت و ساز، هماهنگی، انعطاف پذیری، قدرت عضلانی، استقامت و ترکیب بدن را بهبود می بخشد (چن و لین، ۲۰۱۱). حرکاتی که در طی طناب زنی انجام می شوند عمدتاً شامل حرکات مچ پا، زانو، مفصل ران و مفصل شانه می باشند و در آن تقویت بالا تنه و پایین تنه دارای اهمیت است (لی<sup>۵</sup>، ۲۰۱۰). در بررسی پیشینه تحقیق، فلاح و دیگران (۲۰۱۴) با بررسی تاثیر شش هفته تمرینات طناب زنی بر تعادل ایستای دانش آموزان پسر و دختر کم توان ذهنی دریافتند، این تمرینات تاثیر معنی داری بر تعادل ایستای آزمودنی های دختر داشت. دودمان و دیگران (۲۰۱۳) در مطالعه ای تاثیر شش هفته تمرینات طرح ملی طناب زنی بر توانایی های عاطفی هیجانی و تعادل پویای دانش آموزان دریافتند که این تمرینات، تعادل دانش آموزان را بهبود بخشیده و باعث بهبود رشد هیجانی و عاطفی آنها می شود. اورهان<sup>۶</sup> و دیگران (۲۰۱۳؛ ۲۰۰۸) با بررسی تاثیر هشت هفته تمرینات طناب زنی روی بازیکنان بسکتبال دریافت که این تمرینات روی میزان ضربان قلب و مشخصه های بی هوازی آنها موثر بوده است. کوت و دیگران (۲۰۰۵) عملکرد تعادلی ایستا و پویا را در افراد مبتلا به ناهنجاری های کف پا بررسی کردند، نتایج نشان داد که عملکرد تعادل ایستا و پویا در افراد با ناهنجاری های کف پا، ضعیف تر از افراد با کف پای طبیعی است. تسای<sup>۷</sup> و دیگران (۲۰۰۶) در تحقیق خود با عنوان بررسی تأثیر انواع متفاوت ساختار پا بر

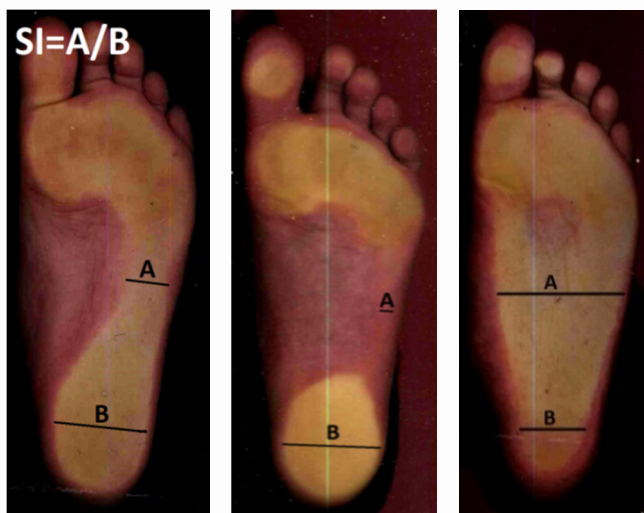
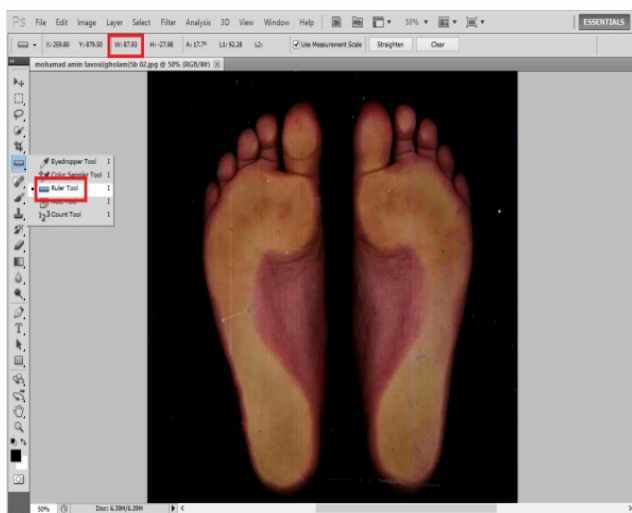
1. Chen & Lin  
2. International jump rope organizations (IJRO)  
3. Rope skipping canada  
4. International rope skipping federation (IRSF)

5. Lee  
6. Orhan  
7. Tsai  
8. Pedoscope  
9. Staheli  
10. Onodera

گردید. از هر آزمودنی سه آزمون با ۲ دقیقه استراحت بین هر مرتبه به عمل آمده و از واضح ترین تصویر برای اندازه گیری قوس کف پا استفاده شد. سپس از ابزار خط کش<sup>۳</sup> در نرم افزار فتوشاپ ۶۴ بیتی ورژن ۵<sup>۴</sup> (محصول شرکت Adobe Systems ساخت کشور آمریکا) جهت محاسبه میزان قوس کف پا از طریق شاخص استاهلی استفاده شد. ضریب اعتبار و پایایی بیش از ۰/۹۸ برای این روش اندازه گیری گزارش شده است (گوتیرز<sup>۵</sup> و دیگران، ۲۰۱۵). شاخص استاهلی دارای ضریب اعتبار بالاتر از ۷۵ درصد نسبت به آزمون های شاخص قوس<sup>۶</sup>، چپاکس- اسمیراک<sup>۷</sup> و زاویه آلفا<sup>۸</sup> است و از تقسیم کم عرض ترین قسمت وسط پا به عرض ترین قسمت پشت پا (پاشنه) حاصل، و بر اساس این شاخص مقادیر  $SI < 0/44$  به عنوان کف پای گود،  $0/44 \leq SI < 0/89$  به عنوان کف پای طبیعی و  $SI > 0/89$  به عنوان کف پای صاف بررسی و ارزیابی می شود (شکل ۱) (استاهلی و دیگران، ۱۹۸۷؛ اندورا و دیگران، ۲۰۰۸). برای تشخیص کف پای صاف انعطاف پذیر از ساختاری از فرد خواسته شد که یک بار در حالت تحمل وزن بایستد و یک مرتبه روی نوک پنجه پا بلند شود. اگر در حالت تحمل وزن قوس طولی داخلی پا وجود نداشت، اما با ایستادن روی نوک پنجه پا قوس ظاهر شد، صافی کف پا از نوع انعطاف پذیر است (چانگ<sup>۹</sup> و دیگران، ۲۰۱۱).

تعادل ایستا با آزمون لک لک<sup>۱</sup> و تعادل پویا با آزمون تعادل<sup>۲</sup> ارزیابی گردید. شرایط ورود دانش آموزان به این تحقیق شامل سن، جنسیت، وضعیت کف پای صاف منعطف در هر دو پا، رضایت آگاهانه و سلامت عمومی بود که از طریق مصاحبه با بهداشت یار مدرسه و مطالعه پرونده پزشکی دانش آموزان در مدرسه حاصل آمد. هیچ یک از آزمودنی ها دارای اختلاف طول پاها، اختلال اسکلتی عضلانی و سابقه آسیب یا جراحی اندام تحتانی، سابقه شکستگی در استخوان های ساق پا، مچ پا و پا، مشکلات ارتوپدی جدی (ارسطو و دیگران، ۲۰۱۲)، بیماری های عصبی-عضلانی، شنوایی، بینایی و سابقه استفاده از کفی طبی نبودند (فکور و دانشمندی، ۲۰۱۳). به منظور تعیین وزن و قد آزمودنی ها به ترتیب از ترازوی عقربه ای و قدسنج دیواری و برای درج سن آزمودنی ها از پرونده آموزشی آنها استفاده شد.

**نحوه مشخص کردن میزان قوس کف پا:** جهت محاسبه میزان قوس کف پا از دستگاه اسکنر کف پا مدل-Genius ColorPage HR7X Slim (محصول کارخانه ساخت کشور چین) استفاده شد. به این منظور از آزمودنی ها خواسته شد با پای برهنه، به راحتی و درحالی که وزنشان را به طور مساوی بین دو پا تقسیم کرده اند، روی صفحه اسکنر بایستند. پس از ۱۰ ثانیه ایستادن و نقش بستن کف پا روی صفحه اسکنر، از کف پا تصویر برداری و نقش کف پا ثبت شد و تصاویر با فرمت JPG ذخیره



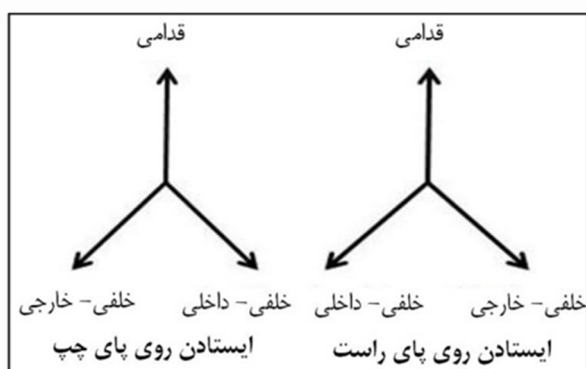
شکل ۱. نمونه ای از نقش کف پا و نحوه محاسبه قوس کف پا با استفاده از شاخص SI

1. Stork test
2. Y balance test
3. Ruler tools

4. Adobe photoshop Cs5 (64 Bit)
5. Gutierrez
6. Arch index

7. Chippaux- Smirak index
8. Alpha angle
9. Chang

خلاف جهت عقربه های ساعت و زمان اجرا با پای چپ آزمون را در جهت عقربه های ساعت انجام دادند). برای اجرای آزمون، آزمودنی با یک پا در مرکز دستگاه می ایستاد و با پای دیگر تا آنجا که خطا نکند (پا از مرکز دستگاه حرکت نکند، روی پای که عمل دستیابی را انجام می دهد تکیه نکند یا آزمودنی نیفتد) در راستای خط موجود به جلو می راند و سپس به حالت طبیعی روی دو پا بر می گشت. فاصله قسمت متحرک تا مرکز دستگاه فاصله دست یابی است. آزمودنی در هر جهت سه بار پای خود را حرکت داد و در هر بار منحرف شدن پا با هر حرکت، برای ثبت اندازه ۱ ثانیه پای خود را نگه داشت. آزمودنی بعد از هر حرکت به وضعیت ایستادن روی دو پا بازگشته و پیش از حرکت بعدی، ۳ ثانیه در آن حالت باقی می ماند. تمام حرکات در یک جهت قبل از رفتن به جهت دیگر تکمیل گردیدند و بین حرکت در هر دو جهت ۵ دقیقه استراحت در نظر گرفته شد (پلیسکی و دیگران، ۲۰۰۹). طول پای افراد بر فاصله دستیابی آنها اثر گذار است. بنابراین میانگین فاصله دستیابی به طول پای هر آزمودنی تقسیم و در عدد ۱۰۰ ضرب شد و فاصله دستیابی به عنوان درصدی از اندازه طول به دست آمده محاسبه شد. طول پا از خارخاصره ای قدامی فوقانی تا قوزک داخلی با متر نواری اندازه گیری شد. به این منظور آزمودنی در وضعیت خوابیده به پشت قرار گرفت، زانوهای در وضعیت اکستنشن قرار داشته و میج پاها ۱۵ سانتیمتر از هم فاصله داشتند (گورمان<sup>۵</sup> و دیگران، ۲۰۱۲) (شکل ۲).



شکل ۲. نمای شماتیک آزمون تعادل Y

**روش اندازه گیری تعادل ایستا:** برای اندازه گیری تعادل ایستا از آزمون تعادلی لک لک استفاده شد. نلسون و جانسون<sup>۱</sup> (۱۹۷۳) با استفاده از روش بازآزمایی ضریب پایایی آن را برابر ۰/۸۷ گزارش کردند. به منظور انجام این آزمون، آزمودنی دست های خود را بر روی کمر قرار داده و درحالی که کف پای غیراتکا (پای غیر برتر) روی ناحیه داخلی ران پای اتکا (پای برتر) کنار زانو قرار داشت، با حفظ این وضعیت تا حد ممکن بر روی سینه پای اتکا می ایستاد و به علامتی که در مقابل صورت او و در فاصله ۴ متری واقع شده بود نگاه می کرد. زمان حفظ این موقعیت به عنوان امتیاز وی ثبت گشت. هر آزمودنی سه کوشش را انجام داده و بهترین زمان به عنوان امتیاز آزمودنی ثبت شد. پیش از اندازه گیری ابتدا به آزمودنی آموزش داده شد که چگونه وضعیت آزمون را اتخاذ کند، پس از آن هر آزمودنی سه مرتبه و با فاصله زمانی ۱۵ ثانیه استراحت، به منظور از بین بردن اثر یادگیری و گرم کردن، آزمون را به صورت تمرینی انجام داد. هنگام اندازه گیری پس از اتخاذ وضعیت آزمون همزمان با جدا شدن پاشنه پای آزمودنی از زمین با استفاده از زمان سنج Q&Q (ساخت کشور چین) زمان ایستادن روی یک پا تا لحظه به هم خوردن این وضعیت شامل جدا شدن دست ها از بدن، جدا شدن پا از روی زانو، حرکت روی پای اتکا و برخورد پاشنه با زمین تا نزدیک صدم ثانیه ثبت شد (صادقی و دیگران، ۲۰۱۴؛ مک کوردی و لندفورد<sup>۲</sup>، ۲۰۰۶).

**روش اندازه گیری تعادل پویا:** برای اندازه گیری تعادل پویا از آزمون تعادل Y استفاده شد. این آزمون برگرفته از آزمون تعادل ستاره است که گریبل<sup>۳</sup> (۲۰۱۲) آن را یک آزمون معتبر برای ارزیابی تعادل پویا می داند و ضریب پایایی درون آزمون گر و بین آزمون گر برای جهات مختلف به ترتیب بین ۰/۸۵ تا ۰/۹۱ و ۰/۹۹ تا ۱/۰۰ و ضریب پایایی درون آزمون گر و بین آزمون گر برای نمره کل به ترتیب ۰/۹۱ تا ۰/۹۹ گزارش شده است (پلیسکی<sup>۴</sup> و دیگران، ۲۰۰۹). در این آزمون سه جهت (قدامی، خلفی-داخلی و خلفی-خارجی) به صورت Y و با زوایای ۱۳۵، ۱۳۵ و ۹۰ درجه نسبت به هم قرار می گیرند (شکل ۳). آزمودنی چهار بار آزمون را تمرین نمود تا روش اجرای آن را فرا گیرد (آزمودنی ها هنگام اجرای آزمون با پای برتر راست آزمون را در

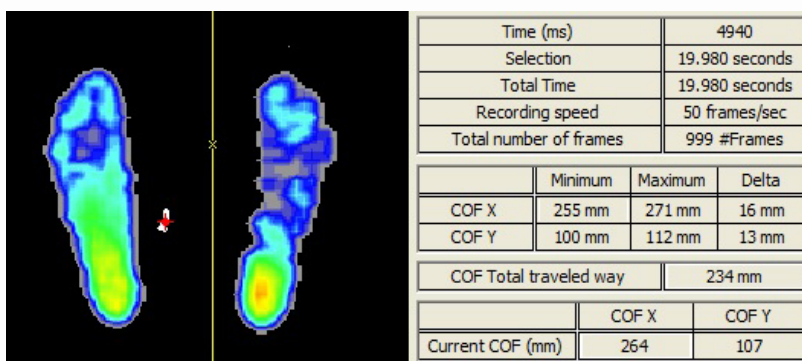
1. Nelson & Johnson  
2. McCurdy & Langford  
3. Gribble

4. Plisky  
5. Gorman



۴ متری قرار دارد نگاه کند. مدت زمان انجام آزمون ۳ تکرار ۲۰ ثانیه ای همراه با ۲ دقیقه استراحت در بین هر تلاش بود و میانگین داده های بدست آمده به عنوان رکورد فرد جهت محاسبات بعدی ثبت گردید. دستگاه فوت اسکن سه سری داده شامل میزان جابجایی مرکز فشار کف پاها در جهات داخلی- خارجی<sup>۱</sup>، قدامی- خلفی<sup>۲</sup> و شاخص کلی<sup>۳</sup> را محاسبه و ارائه می دهد (شکل ۳).

نحوه اندازه گیری میزان جابجایی مرکز فشار: جهت اندازه گیری میزان جابجایی مرکز فشار<sup>۱</sup> در کف پاها از دستگاه فوت اسکن RSscan International Footscan7 Balance کشور بلژیک استفاده گردید. دستگاه دارای ابعاد ۴۰×۶۰ سانتی متر و ۴۰۹۶ حسگر با فرکانس نمونه گیری ۵۰۰ هرتز می باشد. به این منظور از آزمودنی ها خواسته شد با پای برهنه، به راحتی و درحالی که وزنشان را به طور مساوی بین دو پا تقسیم کرده اند، روی دستگاه بایستند و به علامتی که در فاصله



شکل ۳. تصویر دستگاه فوت اسکن و نقش کف پا در آن

انجام و در پایان، حرکات سرد کردن به مدت ۵ دقیقه اجرا شد. برنامه تمرینات طناب زنی برای هفته اول با حداقل ۲۵۰ طناب شروع شد و در آخرین جلسه به ۵۰۰ طناب رسید. آزمودنی های گروه کنترل در این مدت از هیچ برنامه فعالیت بدنی منظمی پیروی نکردند.

گروه تجربی برنامه طناب زنی را به مدت ۱۲ هفته و هر هفته ۳ جلسه ۴۵ دقیقه ای (در مجموع ۳۶ جلسه) انجام دادند. در هر جلسه پس از ۱۰ دقیقه حرکات گرم کردن، برنامه طناب زنی با ده مدل طناب زدن شامل (۱) پرش ساده، (۲) مکث روی پا، (۳) زیگزاگ، (۴) پرش جفت جلو و عقب، (۵) پرش قیچی، (۶) پرش پروانه، (۷) گهواره، (۸) جاگینگ، (۹) ضربدری، (۱۰) پاشنه پنجه

1. Center of pressure (COP)
2. Center of pressure X (COPX)
3. Center of pressure Y (COPY)
4. Center of pressure (COP) Total Traveled Way

آماري در بسته نرم افزاري SPSS نسخه ۲۲ انجام گرديد و سطح معني داري در کليه تحليل ها  $p < 0/05$  در نظر گرفته شد.

#### يافته ها

در جدول ۱ مشخصات فردي آزمودني ها نشان داده شده است. خصوصيات جمعيت شناسي دو گروه تحقيق توسط آزمون t مستقل مقايسه شد. با توجه به اينکه هيچ تفاوت معني داري بين گروه ها وجود ندارد، مي توان آنها را از حيث جمعيت شناسي همگن در نظر گرفت.

جهت خلاصه سازي و مرتب نمودن داده ها از آمار توصيفي در قالب آماره هائي چون ميانگين و انحراف استاندارد و براي بررسي طبيعي بودن توزيع داده ها و يکساني واريانس ها از آزمون هاي شاپيرو- ويلک<sup>۱</sup> و لون<sup>۲</sup> استفاده شد. در تحليل آماري اين پژوهش به دليل وجود تنها دو سطح (پيش آزمون و پس آزمون) نياز به آزمائش شرط کروييت موجلي<sup>۳</sup> نبود. با توجه به طبيعي بودن داده ها و يکساني واريانس ها، روش پارامتریک تحليل واريانس ترکيبي<sup>۴</sup> جهت تجزيه و تحليل داده ها به کار رفت. کليه عمليات

جدول ۱. مشخصات فردي آزمودني ها

عامل	تجربي	کنترل	t	p
سن (سال)	۱۱/۱۲±۰/۹۱	۱۱/۵۳±۰/۸۳	-۱/۲۵	۰/۴۳
قد (سانتي متر)	۱۴۶/۹۰±۸/۳۱	۱۴۶/۰۵±۷/۸۹	۰/۳۰	۰/۶۸
وزن (کيلوگرم)	۱۱/۲۷±۹/۲۶	۴۳/۸۷±۶/۷۰	۰/۱۴	۰/۲۷
قوس کف پا (SI)	۱/۰۴±۰/۱۲	۰/۹۹±۰/۱۰	۰/۹۱	۰/۱۷

شيب خطوط تغييرات گروه ها است. جهت مقايسه شيب تغييرات گروه ها، بايد به ستون تعامل (نوبت آزمون × گروه) جدول ۲ مراجعه نمود. اطلاعات جدول نشان مي دهد تاثيرات تعاملی (شيب خط تغييرات) نيز معني دار بود ( $p < 0/001$ ). ولي تاثيرات بين آزمودني (اثر اصلي گروه) تنها در متغير تعادل ايستا در پای چپ معني دار نبود ( $p < 0/01$ ). در گروه کنترل هيچ يك از موارد، تغيير معني داري نداشت ( $p < 0/05$ ). در تحليل آماري اين پژوهش، به دليل وجود تنها دو گروه نيازي به آزمون هاي تعقيبي نبود.

در جدول ۲ اطلاعات توصيفي مربوط به دو گروه در پيش آزمون و پس آزمون ديده مي شود. همچنين در اين جدول اطلاعات مربوط به نتايج تحليل واريانس ترکيبي آورده شده است.

همان طور که در جدول ۲ مشاهده مي شود نتايج آزمون عوامل درون آزمودني (اثر اصلي نوبت آزمون) نشان مي دهد مقدار F براي تاثيرات درون آزمودني اصلي، يعني تعادل ايستا، تعادل پويا (در هر دو پای راست و چپ و در هر سه جهت قدامي، خلفي خارجي و خلفي داخلي) و کنترل پاسچر (در هر سه وضعيت قدامي خلفي، داخلي خارجي و شاخص کلي) معني دار بود ( $p < 0/001$ ). در تحليل واريانس ترکيبي مهمترين اقدام، مقايسه

1. Shapiro-Wilk test
2. Levene's test
3. Mauchly's test
4. Mixed ANOVA

جدول ۲. اطلاعات توصیفی مربوط به شاخص های تعادل گروه ها در پیش و پس آزمون و نتایج تحلیل واریانس ترکیبی

تأثیرات بین آزمودنی	تعامل نوبت آزمون×گروه	تأثیرات درون آزمودنی	کنترل ± SD میانگین	تجربی ± SD میانگین	نوبت آزمون	گروه ها	
$p=0/01^*$ $F=7/21$ $\eta^2=0/21$	$p=0/001^*$ $F=86/99$ $\eta^2=0/76$	$p=0/001^*$ $F=116/49$ $\eta^2=0/79$	$5/70 \pm 0/97$	$5/55 \pm 1/29$	پیش آزمون	تعادل ایستا (ثابته)	
			$5/90 \pm 1/08$	$8/28 \pm 1/39$	پس آزمون		
$p=0/06$ $F=3/69$ $\eta^2=0/12$	$p=0/001^*$ $F=242/4$ $\eta^2=0/82$	$p=0/001^*$ $F=317/66$ $\eta^2=0/91$	$42/63 \pm 16/6$	$62/60 \pm 5/85$	پیش آزمون	پای راست	تعداد پویا (سانتی متر)
			$64/15 \pm 6/24$	$72/52 \pm 6/32$	پس آزمون		
$p=0/15$ $F=2/10$ $\eta^2=0/07$	$p=0/001^*$ $F=295/81$ $\eta^2=0/91$	$p=0/001^*$ $F=400/54$ $\eta^2=0/93$	$64/15 \pm 6/24$	$63/51 \pm 6/50$	پیش آزمون	پای چپ	
			$65/25 \pm 6/97$	$72/31 \pm 6/40$	پس آزمون		
$p=0/09$ $F=2/96$ $\eta^2=0/1$	$p=0/001^*$ $F=74/33$ $\eta^2=0/73$	$p=0/001^*$ $F=100/91$ $\eta^2=0/78$	$61/85 \pm 6/11$	$61/04 \pm 36/5$	پیش آزمون	پای راست	
			$62/59 \pm 5/99$	$70/76 \pm 5/36$	پس آزمون		
$p=0/18$ $F=1/83$ $\eta^2=0/07$	$p=0/001^*$ $F=257/78$ $\eta^2=0/90$	$p=0/001^*$ $F=351/83$ $\eta^2=0/90$	$62/78 \pm 7/58$	$61/96 \pm 6/99$	پیش آزمون	پای چپ	
			$63/52 \pm 7/79$	$71/47 \pm 6/60$	پس آزمون		
$p=0/11$ $F=2/69$ $\eta^2=0/09$	$p=0/001^*$ $F=325/01$ $\eta^2=0/91$	$p=0/001^*$ $F=427/96$ $\eta^2=0/93$	$65/23 \pm 7/05$	$39/64 \pm 6/48$	پیش آزمون	پای راست	
			$65/98 \pm 7/08$	$75/28 \pm 7/73$	پس آزمون		
$p=0/12$ $F=2/45$ $\eta^2=0/08$	$p=0/001^*$ $F=308/47$ $\eta^2=0/92$	$p=0/001^*$ $F=412/21$ $\eta^2=0/94$	$64/78 \pm 7$	$63/95 \pm 6/49$	پیش آزمون	پای چپ	
			$65/53 \pm 6/98$	$74/30 \pm 7/45$	پس آزمون		
$p=0/32$ $F=1/02$ $\eta^2=0/04$	$p=0/001^*$ $F=40/57$ $\eta^2=0/59$	$p=0/001^*$ $F=72/78$ $\eta^2=0/72$	$15/40 \pm 5/16$	$15/93 \pm 6/17$	پیش آزمون	تعداد خلفی	
			$14/56 \pm 4/82$	$20/10 \pm 4/91$	پس آزمون		
$p=0/08$ $F=3/14$ $\eta^2=0/09$	$p=0/001^*$ $F=42/31$ $\eta^2=0/60$	$p=0/001^*$ $F=102/38$ $\eta^2=0/78$	$15/40 \pm 5/16$	$13/13 \pm 6/70$	پیش آزمون	داخلی خارجی	
			$14/56 \pm 4/82$	$9/30 \pm 6/48$	پس آزمون		
$p=0/23$ $F=1/48$ $\eta^2=0/05$	$p=0/001^*$ $F=47/52$ $\eta^2=0/63$	$p=0/001^*$ $F=58/80$ $\eta^2=0/68$	$213/08 \pm 23/15$	$213/76 \pm 23/37$	پیش آزمون	شاخص کلی	
			$211/86 \pm 21/92$	$191/20 \pm 22/85$	پس آزمون		

\* تفاوت معنی دار در سطح  $p < 0/05$ .



## بحث

هدف از این پژوهش بررسی تاثیر تمرینات طناب زنی بر تعادل ایستا، پویا و کنترل پاسچر دانش آموزان پسر دارای کف پای صاف بود. نتایج حاصل نشان داد که انجام دوازده هفته تمرینات طناب زنی، تعادل ایستا و پویا و همچنین کنترل پاسچر افراد دارای کف پای صاف را به شکل معنی داری بهبود بخشیده است. تنها دو تحقیق یافت شد که به بررسی تاثیر تمرینات طناب زنی بر تعادل پرداخته بود. دودمان و دیگران (۲۰۱۳) به مطالعه تاثیر شش هفته تمرینات طرح ملی طناب زنی بر توانایی های عاطفی-هیجانی و تعادل دانش آموزان پرداختند و نشان دادند که این تمرینات، تعادل دانش آموزان را بهبود بخشیده و باعث بهبود رشد هیجانی و عاطفی آنها می شود. فلاح و دیگران (۲۰۱۴) تاثیر شش هفته تمرینات طناب زنی بر تعادل ایستای دانش آموزان پسر و دختر کم توان ذهنی را بررسی کردند و متوجه شدند که این تمرینات تاثیر معنی داری بر تعادل ایستای آزمودنی های دختر داشت. نتایج این تحقیقات با تحقیق حاضر همسو است. با توجه به اینکه تمرینات طناب زنی نمونه کم شدتی از تمرینات پلائیومتریک می باشد به چند تحقیق در این زمینه نیز اشاره می شود که نتایج پژوهش حاضر را تایید می کنند. هادی و دیگران (۲۰۱۱) به بررسی تاثیر شش هفته تمرینات قدرتی و پلائیومتریک بر تعادل پویای دانشجویان مرد ورزشکار پرداختند و نتایج تحقیق آنها تاثیر شش هفته تمرینات قدرتی و پلائیومتریک بر تعادل پویای این افراد را تایید نمود. دژآهنگ و دیگران (۲۰۱۱) تاثیر دو، چهار و شش هفته بی تمرینی پس از یک دوره تمرین پلائیومتریک بر کنترل پاسچر مردان دانشجوی را بررسی کردند و نشان دادند اعمال یک دوره تمرین پلائیومتریک تاثیر معنی داری بر افزایش کنترل پاسچر دارد.

کف پای صاف با پرونیشن بیش از حد مفصل تحت قاپی همراه است. پرونیشن جبرانی غیرطبیعی ممکن است موجب عدم ثبات و بیش حرکتی مفاصل پا شود (نیومن<sup>۱</sup>، ۲۰۱۰). بنابراین کف پای صاف ممکن است حین تحمل وزن ناپایدار بوده و کنترل پاسچر را مختل کنند (کوب و دیگران، ۲۰۰۴). از سوی دیگر، تغییر در قدرت و فعالیت عضلات اطراف مفصل مچ پا، بر استراتژی های

حفظ تعادل تاثیر می گذارد (کین و دیگران، ۲۰۰۶) در نتیجه، تعادل و کنترل پاسچر تحت تاثیر ساختار پا و قدرت و عملکرد عضلات پا قرار می گیرد. حفظ مناسب قوس های کف پا نیازمند فراهم آمدن ثبات ایستا توسط کپسول و لیگامنت های مفاصل پا و همچنین ثبات پویا از طریق عضلات اینترنسیک و اکسترنسیک پا است (کیل<sup>۲</sup>، ۲۰۱۱). کف پای صاف منعطف اغلب در اثر ضعف در عضلات اینترنسیک و اکسترنسیک ایجاد می شود. تقویت این عضلات این فرایند را معکوس کرده و از والگوس و اورشن پاشنه جلوگیری می کند که با عدم پرونیشن و کاهش قوس طولی داخلی همراه است (استن و پاورز<sup>۳</sup>، ۲۰۰۵). طناب زنی فعالیتی جهشی است که طی آن عضلات احاطه کننده مچ پا درگیر و تقویت می شوند (کیل، ۲۰۱۱). احتمالاً یکی از دلایل بهبود تعادل در نتیجه تمرینات طناب زنی در مطالعه حاضر، افزایش قدرت عضلات اندام تحتانی آزمودنی ها پس از شرکت در دوره تمرینی و کاهش پرونیشن جبرانی مفصل ساب تالار و افزایش ثبات ساختار های کف پای است. تصور بر این است که علت اصلی افزایش قدرت در چند هفته اول تمرینات، تطابق های دستگاه عصبی می باشد (استن و پاورز، ۲۰۰۵). همچنین ممکن است انجام تمرینات طناب زنی از طریق اعمال استرس بر دستگاه های عصبی-عضلانی باعث افزایش تعادل شده باشد. یکی از عوامل موفقیت در طناب زنی، تعادل پویا می باشد (لی، ۲۰۱۰). در این تمرینات، فرد باید به هنگام جهش و فرود، تعادل خود را حفظ نماید و با سخت تر شدن تمرینات، این نیاز بیشتر می شود. بنابراین در اجرای موفق تمرینات طناب زنی دستگاه عصبی-عضلانی، در حفظ تعادل درگیر است و این می تواند عاملی برای افزایش تعادل فرد باشد. حرکات طناب زنی شامل انقباض اکسنتریک و انقباض کانسنتریک متعاقب آن است. بنابراین هماهنگی در این نوع تمرینات می تواند در انجام اعمال تعادلی نیز خود را نشان داده، باعث بهبود تعادل شود. با توجه به فعال سازی گیرنده های حسی به دنبال تمرینات جهشی (لی، ۲۰۱۰)، روشن است که این تمرینات، می تواند به طور مستقیم بر فعالیت مغز اثر بگذارند (هادی و دیگران، ۲۰۱۱).

1. Neumann
2. Cael
3. Stane & Powers

در طناب زنی هنگامی که فرد بر حفظ ریتم در چرخش طناب و پریدن از آن تمرکز می کند، تنظیمات عصبی-عضلانی با هر پرش تسهیل می شود و ظرفیت فرد در انجام حرکات روان و کارآمد را افزایش داده و باعث یکپارچگی دستگاه عصبی و حرکتی و در نتیجه بهبود تعادل و کنترل پاسچر می گردد (لی، ۲۰۱۰).

در نهایت می توان نتیجه گرفت طناب زنی احتمالاً با افزایش و بهبود عملکرد حس عمقی به ویژه در پاها، افزایش قدرت عضلات مچ پا و زانو، تحریک سیستم وستیبولار و ایجاد هماهنگی عصبی-عضلانی باعث بهبود تعادل و کنترل پاسچر می گردد. در این مطالعه محدودیت هایی وجود داشت که لازم است مورد توجه قرار گیرد. از این جمله می توان محدود بودن پیشینه تحقیق در موضوع مورد بررسی تحقیق را نام برد. همچنین عدم شرکت دختران در این مطالعه و محدود بودن این مطالعه به گروه سنی ۱۰ تا ۱۳ سال از دیگر محدودیت های قابل اشاره است. از این رو توصیه می شود تحقیقی با حضور هر دو جنسیت و با گستره سنی بیشتری انجام شود.

**نتیجه گیری:** یافته های تحقیق حاضر نشان داد که انجام ۱۲ هفته تمرینات طناب زنی تأثیر مطلوب و قابل توجهی بر تعادل ایستا، تعادل پویا و کنترل پاسچر در افراد دارای کف پای صاف منعطف دارد. بر اساس این یافته ها و با توجه به کم هزینه بودن، عدم نیاز به امکانات و تجهیزات پیشرفته، تنوع در مهارت و پیشرفت سریع در یادگیری مهارت های طناب زنی توصیه می شود که در کنار سایر روش های تمرینی و درمانی از این تمرینات نیز جهت بهبود تعادل و کنترل پاسچر به ویژه در افراد دارای ناهنجاری کف پای صاف منعطف استفاده گردد و گسترش آن مد نظر قرار گیرد.

#### قدردانی و تشکر

از دانش آموزان، مدیریت و پرسنل مدارس ابتدایی دانش و شهدای شهر نیک آباد جرقویه سفلی و کلیه افراد شرکت کننده در این تحقیق صمیمانه تشکر می نماید.

این موضوع، بیانگر آماده سازی نرون های حرکتی در یک گروه از عضلات و مفاصل برای انجام یک حرکت و سازگاری آن با زمینه محیطی و همچنین افزایش هماهنگی و یکپارچگی واحدهای حرکتی، هم انقباضی عضلات همکار و افزایش بازدارندگی عضلات مخالف می باشد، که در نهایت باعث بهبود پاسخ های عصبی-عضلانی می شود و از این طریق می تواند عملکرد ورزشی و از آن جمله تعادل را بهبود بخشد. احتمالاً بهبود کنترل پاسچر در افراد دارای پای صاف، پس از برنامه تمرینات طناب زنی، در اثر مکانیسم های عصبی-عضلانی مختلف به وجود می آید. پس از دوره تمرینی، فرد بر اساس یادگیری و هماهنگی های عصبی-عضلانی که در نتیجه تمرینات کسب کرده است، سیستم حسی-حرکتی خود را برای ارائه پاسخ های مناسب، به منظور کنترل پاسچر آماده می کند. طناب زنی به ویژه در جهات مختلف باعث تحریک سیستم وستیبولار و همچنین گیرنده های حس عمقی<sup>۱</sup> شده و از این طریق نیز تعادل را بهبود می بخشد (لی، ۲۰۱۰). در طناب زنی به علت تنظیمات عصبی عضلانی زیادی که در هر جهش نیاز است تعادل پویا بهبود می یابد. در هر جلسه طناب زنی صد ها مرتبه تعادل بر هم خورده و مجدداً کسب می شود. این تنظیمات از طریق سیستم عصبی مرکزی ایجاد می شود و این نشان می دهد که طناب زنی می تواند در بهبود عملکرد مغز به ویژه قشر حرکتی و مخچه موثر باشد. همچنین در طول طناب زنی فرد مجبور است به طور مکرر وزن بدن و تعادل خود را روی سینه پا حفظ کند که باعث کاهش فشار بر زانو ها شده و پوزیشن عمومی ورزشی<sup>۲</sup> را تقویت می کند. پوزیشن عمومی ورزشی وضعیتی است که در آن فرد آماده واکنش سریع و چند جهتی<sup>۳</sup> است و زمانی ایجاد می شود که فرد کمی خم شده، با حفظ تعادل روی سینه پا می ایستد. این وضعیت در رشته های ورزشی مختلف کاربرد دارد. تقویت پوزیشن عمومی ورزشی که در طی طناب زدن اتفاق می افتد، توانایی فرد جهت واکنش سریع و کارآمد به ویژه هنگام تغییر جهت را افزایش می دهد.

## منابع

- Arastoee, M., Zahednezhad, S., Arastoee, A., Negahban, H., & Goharpay, S. (2012). Measurement of ground reaction forces during walking toward the front and rear of the students with flexible flat foot. *Journal Modern Rehabilitation School of Medical Sciences*, 1(5), 1-7. [Persian]
- Cael, C. (2011). *Functional anatomy: musculoskeletal anatomy, kinesiology, and palpation for manual therapists*, Lippincott Williams and Wilkin, 415-419.
- Chang, J. S., Kwon, Y. H., Kim, C. S., Ahn, S.-H., & Park, S. H. (2011). Differences of ground reaction forces and kinematics of lower extremity according to landing height between flat and normal feet. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*, 25(1), 21-26.
- Chen, C. C., & Lin, S. Y. (2011). The impact of rope jumping exercise on physical fitness of visually impaired students. *Research in Developmental Disabilities*, 32(1), 25-29.
- Chen, C. C., & Lin, Y. C. (2012). Jumping rope intervention on health-related physical fitness in students with intellectual impairment. *Journal Human Res & Adult Learning*, 8(1), 234-238.
- Cobb, S. C., Tis, L. L., Johnson, B. F., & Higbie, E. J. (2004). The effect of forefoot varus on postural stability. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 34(2), 79-85.
- Cote, K. P., Brunet, M. E., II, B. M. G., & Shultz, S. J. (2005). Effects of pronated and supinated foot postures on static and dynamic postural stability. *Journal of Athletic Training*, 40(1), 41-46.
- Daneshmandi, H., Alizade, M. H., & Gharakhanlou, R. (2007). *Corrective exercises*. SAMT Publication, 111- 112. [Persian]
- Dezhahang, M., Rostamkhany, H., & Nagiloo, Z. (2011) The effect of two-, four-and six-week detraining after a period of plyometric training on postural control in male students. *Journal of Research in Rehabilitation Sciences*, 7(2), 141-148. [Persian]
- Dodman, K., Majidi, H., Abedeni, S., Babaie, P., & Pak, I. L. Z. (2013). The effect of six weeks exercise of Tanavarz (rope dancing) national plan on sensational-motional abilities (static balance, dynamic balance and agility). *European Journal of Experimental Biology*, 3(4), 198-202.
- Fakoorrashid, H., & Daneshmandi, H. (2013). The effects of a 6 weeks corrective exercise program on improving flat foot and static balance in boys. *Journal of Practical Studies of Biosciences in Sport*, 1(2), 52-66. [Persian]
- Fallah, F., Sokhanguel, Y., & Rahimi, A. (2014). The effect of jumping rope training on static balance in male and female students with intellectual impairment. *European Journal of Experimental Biology*, 4(1), 137-141.
- Frändin, K., Sonn, U., Svantesson, U., & Grimby, G. (1995). Functional balance tests in 76-year-olds in relation to performance, activities of daily living and platform tests. *Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine*, 27(4), 231-241.
- Ghelichpoor, B., Shahbazi, M., & Bagherzade, F. (2013). The effect of Tanavarz national plans on eye-hand coordination of fourth grade Primary school students. *Journal of Development and Motor Learning*. 5(4), 57-69. [Persian]

- Gorman, P. P., Butler, R. J., Plisky, P. J., & Kiesel, K. B. (2012). Upper Quarter Y Balance Test: reliability and performance comparison between genders in active adults. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(11), 3043-3048.
- Gribble, P. A., Hertel, J., & Plisky, P. (2012). Using the Star Excursion Balance Test to assess dynamic postural-control deficits and outcomes in lower extremity injury: a literature and systematic review. *Journal of Athletic Training*, 47(3), 339-357.
- Guskiewicz, K. M., & Perrin, D. H. (1996). Research and clinical applications of assessing balance. *Journal of Sport Rehabilitation*, 5, 45-63.
- Gutierrez-Vilahu, L., Masso-Ortigosa, N., Costa-Tutusaus, L., & Guerra-Balic, M. (2015). Reliability and validity of the footprint assessment method using Photoshop cs5 software. *Journal of the American Podiatric Medical Association*, 105(3), 226-232.
- Hadi, H., Farhady, H., & Bashiri, M. (2011). The Effects of a six-week strength and plyometric training program on dynamic balance of male student athletes. *Journal of Research in Rehabilitation Sciences*, 7(2), 215-224. [Persian]
- Hertel, J., Gay, M. R., & Denegar, C. (2002). Differences in postural control during single-leg stance among healthy individuals with different foot types. *Journal of Athletic Training*, 37(2), 129-132.
- Kean, C. O., Behm, D. G., & Young, W. B. (2006). Fixed foot balance training increases rectus femoris activation during landing and jump height in recreationally active women. *Journal of Sports Science & Medicine*, 5(1), 138-148.
- Khodaveysi, H., Anbariyan, M., Farahpour, N., Sazvar, A., & Jalalvand, A. (2009). The effect of foot structural abnormalities including planus and cavus foot types on dynamic balance in adolescent girls. *Journal of Research in Sports Sciences (Sports Medicine)*, 23, 99-112.
- Lee, B. (2010). *Jump rope training: Human Kinetics*, 1st Edition, 10-12.
- McCurdy, K., & Langford, G. (2006). The relationship between maximum unilateral squat strength and balance in young adult men and women. *Journal of Sports Science & Medicine*, 5(2), 282-288.
- Nashner, L. M., Black, F. O., & Wall, C. (1982). Adaptation to altered support and visual conditions during stance: patients with vestibular deficits. *The Journal of Neuroscience*, 2(5), 536-544.
- Nelson, J. K., & Johnson, B. L. (1973). Effects of local and general fatigue on static balance. *Perceptual and Motor Skills*, 37(2), 615-618.
- Neumann, D. A. (2010). *Kinesiology of the Musculoskeletal System: Foundations for Rehabilitation*. St Louis, MO: Mosby: Elsevier, 493-496.
- Onodera, A. N., Sacco, I. C. N., Morioka, E. H., Souza, P. S., de Sá, M. R., & Amadio, A. C. (2008). What is the best method for child longitudinal plantar arch assessment and when does arch maturation occur? *The Foot*, 18(3), 142-149.
- Orhan, S. (2013). The effects of rope training on heart rate, anaerobic power and reaction time of the basketball players. *Life Science Journal*, 10(4), 266-271.

- Orhan, S., Pulur, A., & Erol, A. E. (2008). The effects of the rope and weighed rope trainings on the physical and physiological parameters of the basketball players. *Saglik Bilimleri Dergisi, Firat Üniversitesi*, 22(4), 205-210.
- Plisky, P. J., Gorman, P. P., Butler, R. J., Kiesel, K. B., Underwood, F. B., & Elkins, B. (2009). The reliability of an instrumented device for measuring components of the star excursion balance test. *North American Journal of Sports Physical Therapy: NAJSPT*, 4(2), 92-99.
- Razeghi, M., & Batt, M. E. (2002). Foot type classification: a critical review of current methods. *Gait & Posture*, 15(3), 282-291.
- Sadeghi, h., Noori, s., & Nabavinik, n. H. (2014). The relationship between some anthropometric characteristics at different levels of difficulty with static, semi-dynamic, dynamic balance in ectomorph and edomorph nonathletic women, *Journal of Research in Sport Rehabilitation*, 1(2), 65-74. [Persian]
- Staheli, L. T., Chew, D. E., & Corbett, M. A. R. I. L. Y. N. (1987). The longitudinal arch, *Journal Bone Joint Surgery American*, 69(3), 426-428.
- Stane, M. L., & Powers, M. E. (2005). The effects of plyometric training on selected measures of leg strength and power when compared to weight training and combination weight and plyometric training. *Journal of Athletic Training*, 42(3), 186-192.
- Tsai, L. C., Yu, B., Mercer, V. S., & Gross, M. T. (2006). Comparison of different structural foot types for measures of standing postural control. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 36(12), 942-953.
- Winter, D. A., Patla, A. E., & Frank, J. S. (1990). Assessment of balance control in humans. *Medical Progress through Technology*, 16(1-2), 31-51.

**Abstract****The effect of rope jumping training on postural control, static and dynamic balance in boy students with flat foot****Mehdi Ghaderiyan<sup>1\*</sup>, Gholam Ali Ghasemi<sup>2</sup>, Vahid Zolaktaf<sup>2</sup>**

1. MSc, Department of Sport Pathology and Corrective Movements, School of Faculty of Sports Sciences, University of Isfahan, Isfahan, Iran.

2. Associate Professor, Department of Sport pathology and corrective Movements, Faculty of Sports Sciences, University of Isfahan, Isfahan, Iran.

**Background and Aim:** The plantar foot is a very active part during leap activities such as jumping rope and with his small plane has important role in balancing. The aim of this study was to evaluate the effects of 12 week of rope jumping on postural control, static and dynamic balance in 10 to 13 years' old boy students with flat foot. **Materials and Methods:** The population of this semi-experimental study was including of 450 boy students 10 to 13 years old of Jarghoyeh sofla. After the initial evaluation by the Pedescope (qualitative) and then measurement by foot scanner and Staheli index (quantitative), 30 students were selected as sample research and randomly divided into experimental and control groups (Each group 15 cases). For measurement the postural control, the foot scan device was used and changes in feet center of pressure was recorded for 20 seconds. Static balance with stork stand balance test and dynamic balance with Y balance test was assessed. Subjects in the experimental group exerted of 12 weeks in jumping rope training; three times per week for 45 minutes. The control group subjects did not perform any regular physical activity program in this time. Data were statistically analyzed by independent t test and Mixed ANOVA and significance level was set as  $p < 0.05$ . **Results:** The within subject changes (posttest than pretest) and also the Interaction effect (Testing times\*group) in all variables were signified ( $p < 0.001$ ). The difference between the subject only in static balance was signified ( $p < 0.01$ ). **Conclusion:** jumping rope trainings are useful exercises to improve static and dynamic balance and postural control in patients with flexible flat foot. So use these trainings along with other methods to improve balance and postural control, recommended for these Individuals.

**Keywords:** Rope Jumping Training, Postural control, Static Balance, Flat Foot.

*Journal of Practical Studies of Biosciences in Sport, vol. 4, no. 8, Fall & Winter 2016/2017*

**Received: Jul 29 , 2015**

**Accepted: Dec 26, 2015**

\*. Correspondent Author, Address: Department of Sport pathology and corrective Movements, Faculty of Sports Sciences, University of Isfahan, Isfahan, Iran;

Email: mehdighaderiyan67@gmail.com

DOI: 10.22077/jpsbs.2017.456