تأثیر تمرینات طناب‌زنی بر قوس کف پای دانش‌آموزان پسر دارای کف پای صاف، گود و طبیعی

مهدی قادریان[1]، غلامعلی قاسمی[2]، وحید ذوالاکتاف[2]

مقاله پژوهشی

چکیده

مقدمه: قوس کف پا سازه‌ای معماری و در بردارنده تعدادی مفصل، لیگامنت و عضله می‌باشد. این قوس یک واحد عملیاتی را می‌سازد که در فعالیت‌های مستلزم تحمل وزن مانند طناب‌زنی، نقشی اساسی را ایفا می‌کند. در این تحقیق، تأثیر ۱۲ هفته تمرینات طناب‌زنی بر قوس کف پای دانش‌آموزان پسر دارای کف پای صاف، گود و طبیعی بررسی شد.

مواد و روش‌ها: پژوهش تجربی حاضر از نوع کنترل شده بود و قوس کف پای ۴۵۰ پسر ۱۰ تا ۱۳ ساله با شاخص Staheli ارزیابی شد. بر این اساس، از هر یک از گروه‌های دارای کف پای صاف، گود و طبیعی، ۳۰ نفر (که والدینشان فرم رضایت آگاهانه را امضا کردند) برای مشارکت در تحقیق انتخاب شدند. سپس افراد هر گروه به صورت تصادفی به دو گروه ۱۵ نفره تجربی و شاهد تقسیم شدند. گروه‌های تجربی به مدت ۱۲ هفته و هر هفته سه جلسه، در یک برنامه ۴۵ دقیقه‌ای طناب‌زنی شرکت کردند. داده‌ها با استفاده از تحلیل واریانس مختلط در نرم‌افزار SPSS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

یافته‌ها: نمرات پس‌آزمون قوس کف پا در سه گروه شاهد و همچنین، در گروه‌های تجربی کف پای گود و کف پای طبیعی نسبت به نمرات پیش‌آزمون بدون تغییر بود، اما افزایش معنی‌داری در نمرات گروه تجربی کف پای صاف مشاهده شد ($P < ۰/۰۱۰$).

نتیجه‌گیری: یافته‌های تحقیق حاضر نشان داد که تمرینات طناب زنی در دانش‌آموزان پسر ۱۰ تا ۱۳ ساله، باعث بهبود کف پای صاف منعطف می‌گردد. در نتیجه، ضمن توصیه تمرین طناب‌زنی منظم به این افراد، پیشنهاد می‌شود اثر طناب‌زنی در دختران نوجوانان دارای مشکل کف پای صاف منعطف نیز بررسی گردد.

کلید واژه‌ها: تمرین طناب زنی، قوس کف پا، دانش‌آموز، کف پای صاف، کف پای گود

ارجاع: قادریان مهدی، قاسمی غلامعلی، ذوالاکتاف وحید. **تأثیر تمرینات طناب‌زنی بر قوس کف پای دانش‌آموزان پسر دارای کف پای صاف، گود و طبیعی.** پژوهش در علوم توانبخشی ۱۳۹۴؛ ۱۱ (۳): ۲۱۹-۲۱۲

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۲/۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۴/۱

مقدمه

یکی از نیازهای اساسی انسان در انجام فعالیت‌های روزانه، داشتن اندام فوقانی و تحتانی سالم است (۱). عوامل خطرزای متفاوتی بافت‌ها را در معرض آسیب‌دیدگی قرار می‌دهد که از جمله این عوامل می‌توان به سن، جنس، تعادل عضلانی ضعیف و از همه مهم‌تر بر هم خوردن راستای طبیعی مفاصل و اندام‌ها اشاره کرد (۳، ۲). وضعیت قوس‌کف پا (Plantar arch) یکی از عوامل مهم در بروز آسیب اندام تحتانی است. این قوس یک سازه معماری است که قابلیت ارتجاع و تغییر انحنای موجود در آن امکان تطابق پا با ناهمواری‌های سطح زمین را فراهم و نیروهای حاصل شده از وزن بدن را به زمین منتقل می‌کند. قوس داخلی پا ضربات وارد آمده به پا را می‌گیرد و برای انعطاف‌پذیری در راه رفتن الزامی است. هر گونه تغییر پاتولوژیک انحنای پا در جهت کاهش یا افزایش آن، به شدت بر نحوه نگه داشتن بدن روی زمین، دویدن، راه رفتن و وضعیت طبیعی مطلوب بدن اثر سوء می‌گذارد (۴).

کاهش ارتفاع قوس طولی داخلی پا، کف پای صاف و افزایش آن، کف پای گود نامیده می‌شود (۵) که هر کدام عاملی برای اختلال عملکرد پا و اندام تحتانی می‌باشد و به دو دسته منعطف و سخت تقسیم‌بندی می‌گردد. نوع منعطف به حرکات اصلاحی پاسخ مناسب‌تری می‌دهد (۶). صافی کف پا عارضه به نسبت شایعی است که با سوپینیشن قسمت قدامی و پرونیشن قسمت خلفی پا همراه است (۷). کف پای صاف منعطف می‌تواند به علت شلی لیگامنت‌ها ایجاد شود و تا سن ۴ تا ۶ سالگی طبیعی است (۸). علل کف پای صاف شامل اضافه وزن، بستری شدن، عدم تحرک بدنی طولانی مدت، افزایش سن، مشاغل سرپایی مانند آرایشگری، وراثت، ضعف و کوتاهی عضلات ناحیه ساق و کف پا، پوشیدن کفش‌های نامناسب به مدت طولانی، شکستگی شدید و بد جوش خوردن استخوان‌های ناحیه پا می‌باشد (۹). میزان شیوع کف پای صاف به ویژه نوع منعطف در دانش‌آموزان ابتدایی شهر شیراز، ۷/۳۵ درصد از میان ۸۱۳ دانش‌آموز گزارش شد (۱۰). این میزان در کودکان ۷ تا ۱۴ ساله شهر

۱- کارشناس ارشد، گروه آسیب‌شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده تربیت بدنی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران
۲- دانشیار، گروه آسیب‌شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده تربیت بدنی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران
نویسنده مسؤول: مهدی قادریان
Email: mehdighaderiyan67@gmail.com

اصفهان، ۲۳/۵ درصد با فراوانی نسبی یکسان در دو گروه جنسی بود (۷).

طناب‌زنی یک فعالیت بدنی کامل و مفرح است که به صورت انفرادی، دو نفره و گروهی با استفاده از طناب‌های کوتاه و بلند با یک، دو یا چند طناب انجام می‌گیرد. این ورزش از گذشته‌های دور به عنوان یک بازی و تفریح بین سنین مختلف رواج داشته است و ورزشکاران رشته‌های مختلف نیز جهت چابکی، استقامت، هماهنگی عصب و عضله و تعادل و آمادگی جسمانی از این ورزش استفاده می‌کنند (۱۱). بر اساس تحقیقات انجام گرفته در آمریکا، ۱۰ دقیقه طناب‌زنی برابر با ۳۰ دقیقه دویدن با سرعت متوسط ۵/۷ مایل در ساعت می‌باشد. اگر فردی با وزن ۱۵۰ پوند،۱۲۰ بار در هر دقیقه طناب بزند، بدن او در هر دقیقه ۱۲ کالری انرژی مصرف می‌کند (۱۲). تمرینات طناب عضلات دست و پا را درگیر می‌کند و عملکرد قلبی- عروقی و سوخت و ساز، هماهنگی، انعطاف‌پذیری، قدرت عضلانی، استقامت و ترکیب بدن را بهبود می‌بخشد (۱۳). حرکاتی که در طی طناب‌زنی انجام می‌شود، به طور عمده شامل حرکات جهشی در اندام تحتانی، حرکات مچ پا، زانو، مفصل ران و مفصل شانه می‌باشد (۱۴).

با وجود مطالعات متعددی که تأثیر طناب‌زنی را بر متغیرهای مختلف فیزیولوژیک، زیست- حرکتی و شناختی بررسی کرده‌اند (۲۵-۱۱)، اما پژوهشی که تأثیر این تمرینات یا فعالیت‌های مشابه بر ساختارهای بدن را بررسی کرده باشد، یافت نگردید.

این فعالیت به واسطه ماهیت مفرح و عدم نیاز به تجهیزات و فضای تخصصی به راحتی قابل آموزش به دانش‌آموزان می‌باشد. از سوی دیگر، فشاری که در حین انجام طناب‌زنی روی برخی مفاصل به خصوص مفاصل پایین تنه وارد می‌شود، بررسی تأثیرات آن بر مفاصل ساختارهای اندام تحتانی را ارزشمند می‌سازد؛ به ویژه در افراد نوجوان که فرایند رشد در بدن آن‌ها در جریان است. از این‌رو، هدف از انجام این پژوهش مطالعه تأثیر تمرینات طناب‌زنی بر قوس کف پای دانش‌آموزان بود.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر از نوع تجربی کنترل شده بود و جامعه آماری آن را دانش‌آموزان پسر ۱۰ تا ۱۳ ساله مدارس بخش جرقویه سفلی اصفهان تشکیل دادند. پس از کسب مجوز از سازمان آموزش و پرورش استان اصفهان (به شماره ۲۳۸۵۷۹ مورخ ۱۳۹۳/۰۹/۰۴)، ارزیابی اولیه جهت مشخص کردن ساختار کف پای ۴۵۰ دانش‌آموز این مدارس و گزینش آزمودنی‌های تحقیق با استفاده از دستگاه پدسکوپ و به صورت کیفی انجام شد. ارزیابی دوم جهت ثبت نقش پای آزمودنی‌ها، با استفاده از دستگاه اسکنر کف پا (ColorPage-HR7X Slim، شرکت Genius، کشور چین) انجام و میزان قوس کف پا از طریق شاخص Staheli به صوت کمی مشخص گردید. ۹۰ نفر از دانش‌آموزان با تکمیل کردن فرم رضایت‌نامه توسط والدینشان و به شکل داوطلبانه به عنوان نمونه انتخاب شدند و بر اساس شاخص Staheli در سه گروه ۳۰ نفره کف پای گود، طبیعی و صاف قرار گرفتند. سپس هر گروه به صورت تصادفی به دو گروه ۱۵ نفره تجربی و شاهد تقسیم شدند. با برآورد $\alpha = ۰/۰۵$ و $\beta = ۰/۲$ و به دلیل بزرگ بودن حجم تأثیر، حجم نمونه ۱۵ نفر در نظر گرفته شد تا توان آماری برابر با ۰/۸ که توان آماری مناسب برای مطالعات تجربی می‌باشد، به دست آید (۲۶).

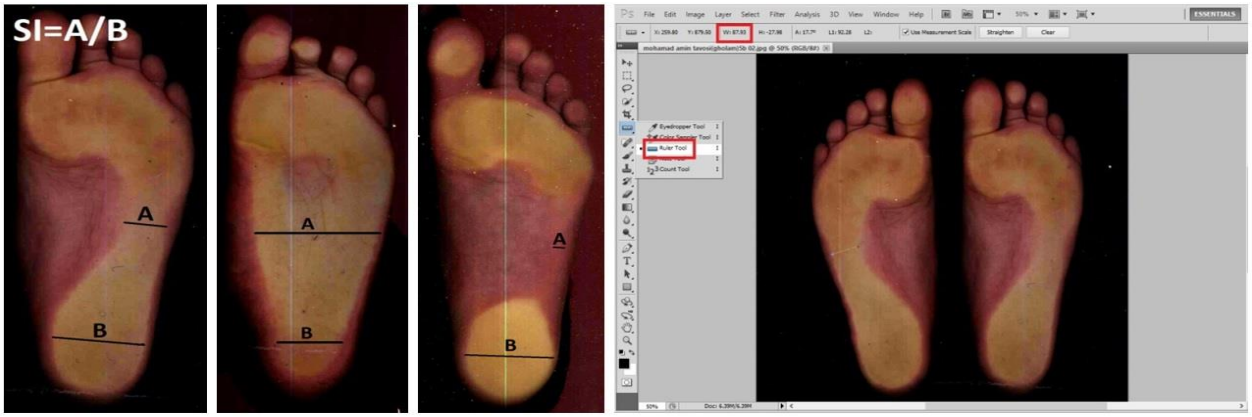
میانگین و انحراف معیار استفاده شده نیز از مطالعات پیشین (۲۷) گرفته شد. شرایط ورود دانش‌آموزان به تحقیق شامل دارا بودن سن ۱۰ تا ۱۳ سال، جنسیت پسر، رضایت آگاهانه و سلامت عمومی بود که از طریق مصاحبه با بهداشت‌یار مدرسه و مطالعه پرونده پزشکی دانش‌آموزان در مدرسه حاصل شد. افرادی وارد مطالعه شدند که به صورت قرینه، قوس کف پای آن‌ها کم، طبیعی یا زیاد بود. افراد مبتلا به صافی یا گودی در یک پا در غربالگری اولیه به ندرت مشاهده شدند، اما با این وجود جهت جلوگیری از هر گونه اثر احتمالی منفی بر یافته‌ها، از مطالعه کنار گذاشته شدند. هیچ یک از آزمودنی‌ها دارای اختلاف طول پاها، اختلال اسکلتی- عضلانی و سابقه آسیب یا جراحی اندام تحتانی، سابقه شکستگی در استخوان‌های ساق پا، مچ پا و پا، مشکلات ارتوپدی جدی (۲۸) و سابقه استفاده از کفی طبی نبودند. به منظور تعیین وزن و قد آزمودنی‌ها به ترتیب از ترازوی عقربه‌ای و قدسنج دیواری و برای درج سن آزمودنی‌ها از پرونده آموزشی آن‌ها استفاده شد.

جهت محاسبه میزان قوس کف پا از دستگاه اسکنر کف پا (ColorPage-HR7X Slim، شرکت Genius، کشور چین) استفاده شد. به این منظور از آزمودنی‌ها درخواست گردید تا با پای برهنه، به راحتی و در حالی که وزنشان را به طور مساوی بین دو پا تقسیم کرده‌اند، روی صفحه اسکنر بایستند. پس از ۱۰ ثانیه ایستادن و نقش بستن کف پا روی صفحه اسکنر، از کف پا تصویربرداری و نقش کف پا ثبت شد و تصاویر با فرمت JPG ذخیره گردید. از هر آزمودنی سه آزمون با ۲ دقیقه استراحت بین هر مرتبه به عمل آمد و از واضح‌ترین تصویر برای اندازه‌گیری قوس کف پا استفاده شد. سپس از ابزار خط‌کش (Ruler tools) در نرم‌افزار فتوشاپ [Adobe Photoshop CS5(64 Bit)، شرکت Adobe Systems، کشور آمریکا)] جهت محاسبه میزان قوس کف پا از طریق شاخص Staheli استفاده شد که اعتبار و پایایی بسیار بالایی برای این روش اندازه‌گیری گزارش شده است (۲۹).

جهت اندازه‌گیری قوس کف پا شاخص‌های مختلفی از جمله شاخص قوس (Arch index)، شاخص Chippaux-Smirak، زاویه آلفا (Alpha angle)، شاخص Staheli و... وجود دارد، اما تنها روش انجام شده در کشور ما که دارای روایی و پایایی و همچنین استاندارد مربوطه می‌باشد و اجازه مقایسه یافته‌ها را می‌دهد، شاخص Staheli است (۳۰، ۲۷). این شاخص از تقسیم کم عرض‌ترین قسمت وسط پا به عریض‌ترین قسمت پشت پا (پاشنه) به دست می‌آید و بر اساس آن، مقادیر $SI < ۰/۴۴$ به عنوان کف پای گود، مقادیر $۰/۸۹ \leq SI \leq ۰/۴۴$ به عنوان کف پای طبیعی و مقادیر $SI > ۰/۸۹$ به عنوان کف پای صاف بررسی و ارزیابی کمی می‌گردد (شکل ۱) (۳۲، ۳۱). برای تشخیص کف پای صاف انعطاف‌پذیر از ساختاری نیز از فرد درخواست شد که یک مرتبه 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 انعطاف‌پذیر است (۳۳).

برنامه تمرینی این پژوهش شامل ده مدل طناب زدن پرش ساده، مکث روی پا، زیگزاگ، پرش جفت جلو و عقب، پرش قیچی، پرش پروانه، گهواره، جاگینگ، ضربدری، پاشنه پنجه و برگرفته از طرح ملی طناورز در رویکرد نوین تربیت بدنی مصوب وزارت آموزش و پرورش بود که از طریق مشورت با مربیان طناب‌زنی و استاد راهنما برنامه‌ریزی گردید. گروه‌های تمرینی این برنامه طناب‌زنی مشترک را به مدت ۱۲ هفته و هر هفته سه جلسه ۴۵ دقیقه‌ای (در مجموع ۳۶ جلسه) انجام دادند. برنامه تمرینی شامل سه بخش گرم کردن (۱۰ دقیقه)، برنامه اصلی (۳۰ دقیقه) و سرد کردن (۵ دقیقه) بود و اصل اضافه

www.mui.ac.ir



شکل ۱. نمونه‌ای از نقش کف پا و نحوه محاسبه قوس کف پا با استفاده از شاخص Staheli

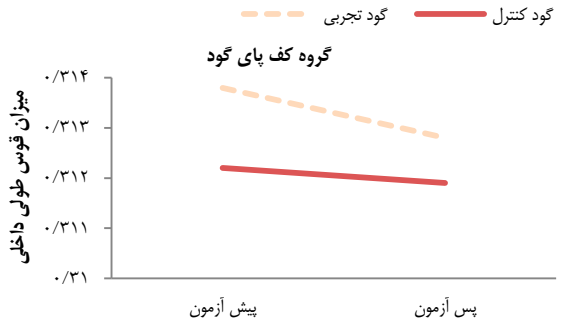
بار در طول برنامه با افزودن به تعداد پرش‌ها در طول جلسات رعایت گردید و حرکات طناب‌زنی در هفته اول با حداقل ۲۵۰ طناب شروع شد و در آخرین جلسه به ۵۰۰ طناب رسید. آزمودنی‌های گروه شاهد در این مدت از هیچ برنامه فعالیت بدنی منظم پیروی نکردند.

جهت خلاصه‌سازی و مرتب نمودن داده‌ها، از آمار توصیفی مانند میانگین و انحراف معیار و برای بررسی توزیع طبیعی داده‌ها از آزمون Shapiro-Wilk استفاده شد. جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها، آزمون پارامتریک Mixed ANOVA در نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۲ (version 22, SPSS Inc., Chicago, IL) مورد استفاده قرار گرفت و سطح معنی‌داری در کلیه تحلیل‌ها ۰/۰۵ > P در نظر گرفته شد. جهت رسم نمودارها از نرم افزار Excel نسخه ۲۰۱۰ استفاده گردید.

یافته‌ها

در جدول ۱ مشخصات جمعیت‌شناختی آزمودنی‌ها ارایه شده است. خصوصیات جمعیت‌شناسی سه گروه تحقیق توسط آزمون Independent t مقایسه شد. با توجه به این‌که تفاوت معنی‌داری بین گروه‌ها وجود نداشت، می‌توان آن‌ها را از نظر جمعیت‌شناسی همگن در نظر گرفت.

ستون تأثیرات درون گروهی در گروه‌های کف پای گود در جدول ۲ نشان می‌دهد، وقتی معدل نمرات گروه‌ها در پیش‌آزمون با پس‌آزمون مقایسه شود، تفاوت‌ها معنی‌دار نیست (P = ۰/۴۴۰، $F_{(۱ و ۲۸)}$ = ۰/۶۱ پای راست و P = ۰/۱۹۰، $F_{(۱ و ۲۸)}$ = ۱/۸۰ پای چپ). مهم‌ترین اقدام در آزمون Mixed ANOVA، مقایسه شیب خطوط تغییرات گروه‌ها است و برای این کار باید به ستون تعامل این جدول و شیب خطوط معادل آن‌ها در نمودارهای ۲ و ۳ مراجعه نمود. اطلاعات جدول نشان می‌دهد تعامل تغییرات درون گروهی (شیب خط تغییرات) نیز معنی‌دار نیست (P = ۰/۵۴۰، $F_{(۱ و ۲۸)}$ = ۰/۳۸ پای راست و P = ۰/۹۶۰، $F_{(۱ و ۲۸)}$ = ۰/۰۰۳ پای چپ). همچنین، ستون تأثیرات بین گروهی جدول ۲ نشان داد که تفاوت‌های بین گروهی گروه‌های کف پای گود در طی دو نوبت آزمون‌گیری معنی‌دار نبود (P = ۰/۹۶۰، $F_{(۱ و ۲۸)}$ = ۰/۰۰۳ پای راست و P = ۰/۸۸۰، $F_{(۱ و ۲۸)}$ = ۰/۰۲ پای چپ). لازم به ذکر است که در آزمون Mixed ANOVA ، برای مقایسه بین گروهی از نمرات پیش‌آزمون و پس‌آزمون میانگین گرفته می‌شود.



نمودار ۲. تغییرات خطی قوس کف پای راست

جدول۱. مشخصات جمعیت شناختی آزمودنی‌ها

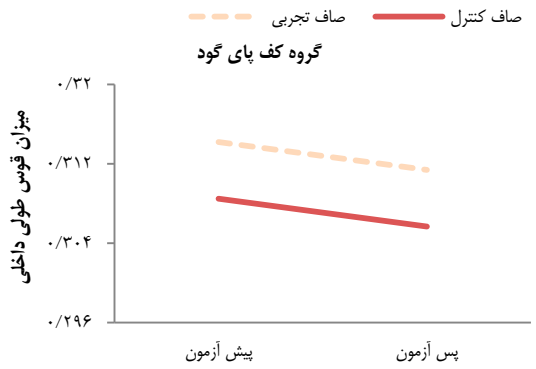
گروه		سن(سال)	P	t	قد(سانتی متر)	P	t	وزن(کیلوگرم)	P	t	BMI(kg/m^2)	P	t
گود	تجربی	۱۱/۲۰±۰/۸۶	۰/۳۶	۰/۷۹	۱۴۲/۹۳±۵/۰۴	۰/۸۷	۰/۲۹	۳۸/۱۳±۳/۴۲	۰/۴۲	۰/۱۸	۱۸/۷۷±۲/۱۶	۰/۹۶	۰/۰۴
	کنترل	۱۱/۴۷±۰/۹۹			۱۴۲/۴۰±۵/۰۱			۳۷/۹۳±۲/۵۲			۱۸/۶۴±۱/۷۶		
طبیعی	تجربی	۱۱/۳۳±۰/۹۰	۰/۲۵	۰/۸۵	۱۴۳/۸۳±۵/۳۴	۰/۴۸	۰/۲۱	۴۱/۴۰±۷/۳۶	۰/۱۰	۰/۰۶	۱۹/۹۲±۲/۴۷	۰/۸۰	۰/۲۴
	کنترل	۱۱/۰۷±۰/۸۰			۱۴۴/۳۳±۷/۱۷			۴۱/۲۰±۱۰/۳۶			۱۹/۶۳±۳/۸۲		
صاف	تجربی	۱۱/۱۳±۰/۹۱	۰/۴۳	۱/۲۵	۱۴۶/۹۰±۸/۳۱	۰/۶۸	۰/۳۰	۴۴/۲۷±۹/۲۶	۰/۲۷	۰/۱۴	۲۰/۳۹±۳/۲۲	۰/۸۸	۰/۱۵
	کنترل	۱۱/۵۳±۰/۸۳			۱۴۶/۰۵±۷/۸۹			۴۳/۸۷±۶/۷۰			۲۰/۵۵±۲/۶۱		

BMI: Body Mass index

جدول۲. شاخص استاهلی گروه‌ها در پیش و پس آزمون و نتایج آزمون تحلیل واریانس مختلط

گروه		نوبت آزمون	تجربی	کنترل	تاثیرات درون گروهی	تاثیرات تعاملی	تاثیرات بین گروهی
کف پای گود	پای راست	پیش آزمون	۰/۳۳ ± ۰/۱۱	۰/۳۲ ± ۰/۱۴	P = ۰/۴۴	P = ۰/۵۴	P = ۰/۹۶
		پس آزمون	۰/۳۲ ± ۰/۰۹	۰/۳۱ ± ۰/۱۲	F = ۰/۶۱	F = ۰/۳۸	F = ۰/۰۰۳
	پای چپ	پیش آزمون	۰/۳۲ ± ۰/۱۰	۰/۳۱ ± ۰/۱۲	P = ۰/۱۹	P = ۰/۹۶	P = ۰/۸۸
		پس آزمون	۰/۳۱ ± ۰/۱۶	۰/۳۰ ± ۰/۰۸	F = ۱/۸۰	F = ۰/۰۰۳	F = ۰/۰۲
کف پای طبیعی	پای راست	پیش آزمون	۰/۵۳ ± ۰/۰۹	۰/۵۱ ± ۰/۱۰	P =۰/۵۸	P = ۰/۸۹	P = ۰/۳۷
		پس آزمون	۰/۵۲ ± ۰/۱۳	۰/۵۰ ± ۰/۱۰	F =۰/۳۲	F = ۰/۰۲	F = ۰/۸۱
	پای چپ	پیش آزمون	۰/۵۴ ± ۰/۱۱	۰/۵۳ ± ۰/۱۲	P =۰/۲۱	P = ۰/۶۷	P = ۰/۶۳
		پس آزمون	۰/۵۴ ± ۰/۱۴	۰/۵۳ ± ۰/۱۶	F = ۱/۶۲	F = ۰/۱۸	F = ۰/۲۴
کف پای صاف	پای راست	پیش آزمون	۱/۰۴ ± ۰/۱۶	۱ ± ۰/۱۴	P = ۰/۰۰۱*	P = ۰/۰۰۱*	P = ۰/۸۰
		پس آزمون	۰/۹۱ ± ۰/۱۲	۰/۹۸ ± ۰/۱۰	F = ۳۷/۶۶	F = ۳۴/۳۰	F = ۰/۰۷
	پای چپ	پیش آزمون	۰/۹۹ ± ۰/۱۳	۰/۹۸ ± ۰/۱۶	P = ۰/۰۰۱*	P = ۰/۰۰۱*	P = ۰/۲۷
		پس آزمون	۰/۸۷ ± ۰/۰۷	۰/۹۷ ± ۰/۱۱	F = ۲۴/۲۳	F = ۲۳/۹۳	F = ۱/۲۵

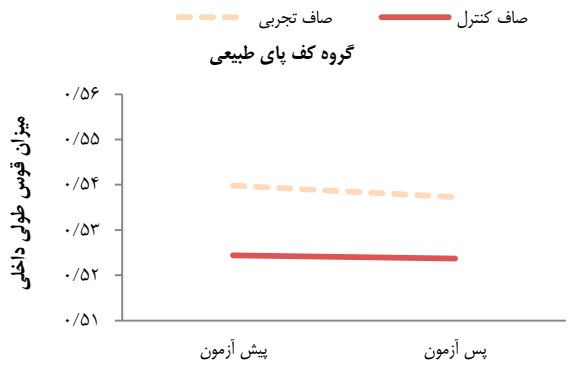
*معناداری در سطح (P < ۰/۰۵)



نمودار ۳. تغییرات خطی قوس کف پای چپ

ستون تأثیرات درون گروهی در گروه‌های کف پای طبیعی در جدول ۲ حاکی از آن است که وقتی معدل نمرات گروه‌ها در پیش‌آزمون با پس‌آزمون مقایسه گردید، تفاوت معنی‌داری بین آن‌ها مشاهده نشد (P = ۰/۵۸۰، $F_{(۱ و ۲۸)}$ = ۰/۳۲ پای راست و P = ۰/۲۱۰، $F_{(۱ و ۲۸)}$ = ۱/۶۲ پای چپ).

نمودار ۴. تغییرات خطی قوس کف پای راست



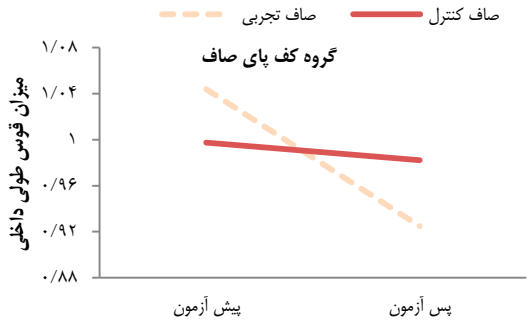
نمودار ۵. تغییرات خطی قوس کف پای چپ

تعامل تغییرات درون گروهی (شیب خط تغییرات) نیز معنی‌دار نبود (P = ۰/۸۹۰، $F_{(۱ و ۲۸)}$ = ۰/۰۲ پای راست و P = ۰/۶۷۰، $F_{(۱ و ۲۸)}$ = ۰/۱۸ پای چپ) (نمودارهای ۴ و ۵). همچنین، تفاوت معنی‌داری بین گروه‌های کف پای طبیعی در طی دو نوبت آزمون‌گیری وجود نداشت (P = ۰/۳۷۰، $F_{(۱ و ۲۸)}$ = ۰/۸۱ پای راست و P = ۰/۶۳۰، $F_{(۱ و ۲۸)}$ = ۰/۲۴ پای چپ).

ستون تأثیرات درون گروهی در گروه‌های کف پای صاف در جدول ۲ نشان داد، وقتی معدل نمرات گروه‌ها در پیش‌آزمون با پس‌آزمون مقایسه شود، تفاوت‌ها معنی‌دار می‌باشد (P = ۰/۰۰۱، $F_{(۱ و ۲۸)}$ = ۳۷/۶۶ پای راست و P = ۰/۰۰۱، $F_{(۱ و ۲۸)}$ = ۲۴/۲۳ پای چپ). همچنین، تعامل تغییرات درون گروهی (شیب خط تغییرات) نیز معنی‌دار مشاهده شد (P = ۰/۰۰۱، $F_{(۱ و ۲۸)}$ = ۳۴/۳۰ پای راست و P = ۰/۰۰۱، $F_{(۱ و ۲۸)}$ = ۲۳/۹۳ پای چپ) و در اصطلاح آماری گفته می‌شود که دو گروه دارای تعامل هستند (نمودارهای ۶ و ۷). به عبارت دیگر، وقتی تغییرات نمرات هر یک از دو گروه به طور تفکیک شده در نظر گرفته شود، سطح معنی‌داری بالا رفته، می‌توان الگوی تغییرات درونی گروه‌ها را به طور معنی‌داری متفاوت در نظر گرفت. ستون تأثیرات بین گروهی جدول ۲ نشان می‌دهد که تفاوت‌های بین گروهی گروه‌های کف پای صاف در

www.mui.ac.ir

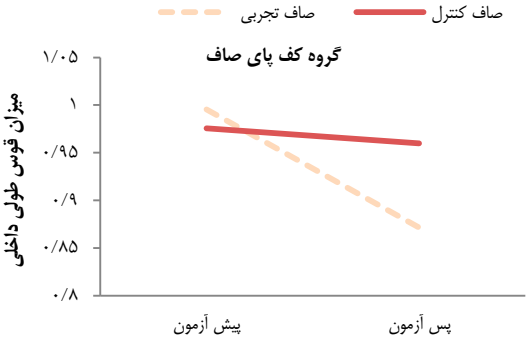
طی دو نوبت آزمون‌گیری معنی‌دار نبود ($F_{(1 و 28)} = 0/07$، $P = 0/800$ پای راست و $F_{(1 و 28)} = 1/25$، $P = 0/270$ پای چپ).



نمودار ۶. تغییرات خطی قوس کف پای راست

بحث

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که تمرینات طناب‌زنی باعث افزایش قوس طولی داخلی کف پا و بهبود عارضه کف پای صاف در افراد دارای کف پای صاف منعطف می‌گردد، اما تأثیر معنی‌داری بر قوس طولی داخلی کف پای افراد دارای کف پای طبیعی و گود نداشت. مقایسه پای چپ و راست نشان داد این تمرینات بر هر دو پا تأثیر یکسانی داشته است که شاید علت آن، درگیری مشابه دو طرف به صورت قرینه یا متناوب در طی انجام انواع مختلف طناب‌زنی در پروتکل تمرینی این پژوهش باشد.



نمودار ۷. تغییرات خطی قوس کف پای چپ

پیشینه تحقیق در موضوع مورد بررسی پژوهش بسیار محدود بود و بیشتر تحقیقات انجام شده در زمینه طناب‌زنی، تأثیر این فعالیت را بر مهارت‌های زیست- حرکتی و ویژگی‌های فیزیولوژیک و شناختی مطالعه کرده‌اند و تحقیقی که به بررسی تأثیر تمرینات طناب‌زنی یا تمرینات مشابه بر متغیرهای ساختار بدنی و به ویژه قوس کف پا پرداخته باشد، یافت نگردید تا بتوان نتایج تحقیقات گذشته را با تحقیق حاضر مقایسه نمود.

حفظ مناسب قوس‌های کف پا نیازمند فراهم آمدن ثبات ایستا توسط کپسول و لیگامنت‌های مفاصل پا و همچنین، ثبات پویا از طریق عضلات پا می‌باشد (۳۴). لازمه حفظ ثبات پویا در پا، عملکرد مناسب هر دو گروه عضلات اینترنسیک و اکسترنسیک پا است (۳۵). عضلات در حفظ قوس طولی داخلی کف پا اهمیت بسزایی دارند و ناهنجاری کف پای صاف منعطف اغلب در اثر ضعف در عضلات اینترنسیک و اکسترنسیک پا ایجاد می‌شود (۳۶). مهم‌ترین و مؤثرترین عضلات در حفظ قوس طولی داخلی پا، عضلاتی هستند که در قسمت زیرین این قوس قرار دارند که از آن جمله می‌توان به عضلات فلکسور انگشتان به ویژه عضله فلکسور دراز شست (Flexor halluces longus) به این دلیل که طویل‌ترین عضله عمقی ساق پا است و همچنین، عضلات درشت نی خلفی (Tibialis posterior) و قدامی (Tibialis anterior) اشاره کرد. عضله سه سر ساقی (Triceps surae) که از مجموع عضلات دو قلو (Gastrocnemius)، نعلی (Soleus) و کف پایی (Plantaris) تشکیل شده است، علاوه بر عبور از مفصل مچ پا، از روی مفصل ساب‌تالار نیز می‌گذرد و چون در طرف داخل محور حرکتی این مفصل قرار دارد، باعث چرخش داخلی و ایجاد سوپینیشن در این مفصل می‌شود (۳۷). عمل عضله درشت نی خلفی، پلانتار فلکشن و اینورژن مچ پا است و یکی از عوامل حفظ قوس‌های داخلی و عرضی کف پا می‌باشد (۳۸).

ناهنجاری کف پای صاف با پرونیشن مفصل ساب‌تالار همراه است و عضلات اینورتور و سوپیناتور نقش مهمی در حفظ قوس طولی داخلی پا ایفا می‌کنند. ضعف عضلات کمپارتمان خلفی که اکثر عضلات اینورتور و سوپیناتور پا را شامل می‌شود [به جز عضلات نازک نی بلند (Peroneus longus) و کوتاه (Peroneus brevis)، تمام عضلات پلانتار فلکسور نقش سوپیناتوری نیز دارند. همچنین، عضلات فلکسور دراز انگشتان پا، فلکسور دراز شست و درشت نی خلفی نقش اینورتوری نیز دارند]، با توجه به مایل بودن محور حرکتی مفصل ساب‌تالار، باعث والگوس پاشنه، افزایش پرونیشن پا و کاهش قوس طولی داخلی پا و بروز ناهنجاری کف پای صاف منعطف می‌شود (۳۹).

طناب‌زنی فعالیتی با شدت و ضربه بالا است و باعث تقویت عضلات مچ پا می‌گردد و پریدن‌های مداوم در طی انجام آن، با اعمال فشار بر عضلات، قدرت آن‌ها را افزایش می‌دهد. از طرف دیگر، می‌توان این افزایش قدرت را تا حدودی نیز به تطابق‌های سیستم عصبی مرکزی نسبت داد. عضلات مچ پا به ویژه کمپارتمان خلفی، در فعالیت‌های جهشی از قبیل طناب‌زنی به صورت کانسنتریک و اکسنتریک منقبض می‌شوند (۱۴). ضعف عضلات خلفی ساق باعث اورشن پاشنه هنگام تحمل وزن می‌شود و مفصل ساب‌تالار را به وضعیت پرونیشن و کاهش قوس طولی داخلی می‌برد. به نظر می‌رسد که تقویت این عضلات در طی طناب‌زنی، این فرایند را معکوس می‌کند و از والگوس و اورشن پاشنه جلوگیری به عمل می‌آورد که با عدم پرونیشن و کاهش قوس طولی داخلی همراه است (۴۰).

دیگر گروه عضلانی فعال در حفظ قوس طولی داخلی کف پا، عضلات اینترنسیک هستند (۴۱). این عضلات از پاشنه و بخش خلفی پا آغاز و به بخش جلوی پا و انگشتان اتصال می‌یابند و با حمایت از قوس طولی داخلی پا، مانع از سقوط طاق پلانتار و صاف شدن کف پا می‌شوند (۴۲). ضعف این عضلات باعث کاهش قوس طولی داخلی کف پا و ایجاد کف پای صاف می‌گردد (۳۷). به نظر می‌رسد که به کارگیری این عضلات طی تمرینات طناب‌زنی، باعث تقویت آن‌ها و حمایت از قوس طولی داخلی پا می‌شود و شاید در بهبودی کف پای صاف مؤثر باشد.

www.mui.ac.ir

از دیگر دلایل احتمالی افزایش و بهبود قوس طولی داخلی کف پا در افراد داری کف پای صاف منعطف، کاهش وزن آزمودنی‌ها به دنبال انجام مرتب این تمرینات است؛ چرا که وزن زیاد از علل ایجاد این ناهنجاری می‌باشد (۴۳، ۳۷). پژوهش حاضر تغییرات وزن و شاخص توده بدنی آزمودنی‌ها را مورد بررسی قرار نداد، اما مطالعاتی کاهش معنی‌دار وزن و شاخص توده بدنی به دنبال تمرینات طناب‌زنی را نشان داده‌اند. شیخ‌الاسلامی وطنی و جهانی در بررسی تأثیر تمرینات طناب‌زنی بر شاخص‌های آمادگی جسمانی پسران دارای شاخص توده بدنی طبیعی (مانند این پژوهش)، نشان دادند که این تمرینات باعث کاهش معنی‌دار وزن و شاخص توده بدنی می‌گردد و بر آمادگی جسمانی مرتبط با سلامتی آن‌ها تأثیر مطلوبی دارد (۴۴).

طناب‌زنی از گروه فعالیت‌های جهشی است که طی آن عضلات احاطه کننده مچ پا به ویژه عضلات خلفی ساق پا و همچنین، عضلات اینترنسیک پا درگیر و تقویت می‌شوند (۴۰). از عوامل مهم ایجاد کف پای صاف منعطف، ضعف در عضلات اکسترنسیک به خصوص عضلات سوپیناتور، اینورتور، کمپارتمان خلفی و عضلات اینترنسیک پا و کاهش ثبات پویا است (۳۹). احتمال دارد تقویت پلانتار فلکسورها که نقش اینورتوری و سوپیناتوری نیز دارند و همچنین، عضلات اینترنسیک که ممکن است با انجام تمرینات طناب‌زنی اتفاق بیفتد، باعث افزایش ثبات پویا و کاهش پرونیشن بیش از حد مفصل ساب‌تالار در افراد دارای کف پای صاف منعطف شده و تا حدودی قوس طولی داخلی را افزایش و بهبود داده است.

پیشنهادها

با توجه به محدودیت‌های تحقیق، توصیه می‌شود پژوهشی با اندازه‌گیری قدرت، شاخص توده بدنی و انجام آزمون پیگیری جهت تعیین میزان پایداری نتایج انجام گیرد.

نتیجه‌گیری

به نظر می‌رسد تمرین طناب‌زنی برای افراد دارای کف پای صاف منعطف مفید است و می‌تواند تا حدودی باعث افزایش قوس طولی داخلی پا و بهبود عارضه کف پای صاف منعطف گردد. این تمرینات تأثیر معنی‌داری بر قوس طولی داخلی افراد دارای کف پای گود و طبیعی نداشت، اما به واسطه عدم نیاز به تجهیزات و فضای تخصصی و ماهیت مفرح و متنوع آن برای این گروه سنی و سایر تأثیرات زیست- حرکتی و فیزیولوژیک مفید آن (۲۵-۱۱)، توصیه می‌شود بخشی از ساعات فعالیت بدنی مدارس و سایر مکان‌های ورزشی به این فعالیت اختصاص یابد.

تشکر و قدردانی

از معاونت پژوهشی دانشگاه اصفهان به جهت حمایت از پژوهش حاضر، سازمان آموزش و پرورش استان اصفهان، دانش‌آموزان، مدیریت و کارکنان مدارس ابتدایی دانش و شهدای شهر نیک‌آباد جرقویه سفلی و تمام افراد شرکت کننده در این طرح صمیمانه تشکر و قدردانی به عمل می‌آید.

References

1. Alamy B. An epidemiologic study of flat foot in Iran. Tehran University Medical Journal 1997; 55(3): 78-83.
2. Bahr R, Mæhlum S. Clinical guide to sports injuries.1st ed. Champaign, IL: Human Kinetics; 2004. p. 408-10.
3. Bahr R, Krosshaug T. Understanding injury mechanisms: a key component of preventing injuries in sport. British Journal of Sports Medicine 2005; 39(6): 324-9.
4. Kapandji IA. The physiology of the joints: lower limb. vol 2. Philadelphia, PA: Elsevier Health Sciences; 1987. p. 79-83.
5. Magee DJ. Orthopedic physical assessment. 7th ed. Philadelphia, PA: Elsevier Health Sciences; 2014. p. 844-8.
6. Daneshmandi H. Alizade M H. Gharakhanlou R. Corrective exercises 1st ed. Tehran, Iran: Samt Publications; 2007. p. 111-2. [In Persian]
7. Sadeghi E, Azadinia F. Incidence of flat foot deformity among 7-14 year-old students in Isfahan. Journal of Medical Council of Iran 2011; 29(2): 142-9. [In Persian].
8. Alizade M H, Gheitasi M. fundamental concepts of corrective excercises 1st ed. Tehran, Iran: Sport Science Research Institute of Iran publication; 2011. p. 70-1.[In Persian].
9. Letafatkar A, Zandi S, Khodaei M, Belali Voshmesara J, Mazidi M. Relationship between flat foot deformity, Q angle and knee pain. Journal of Research in Rehabilitation Sciences 2012; 1(1): 170-9. [In Persian].
10. Emami, M. J., S. Emami, and Hosseini M. Mohammad. Prevalence of flexible flat foot in male children. Journal of Medical Research 2005; 3(4): 59-66. [In Persian].
11. Ghelichpoor B .Shahbazi M .Bagherzade F. The effect of Tanavarz national plans on eye-hand coordination of fourth grade primary school students. Journal of Development and Motor Learning.2013; 5(4): 57-69. [In Persian].
12. Chen C-C, Lin S-Y. The impact of rope jumping exercise on physical fitness of visually impaired students. Research in Developmental Disabilities 2011; 32(1): 25-29.
13. Chen C-C, Lin Y-C. Jumping rope intervention on health-related physical fitness in students with intellectual impairment. Human Research and Adult Learning 2012; 8(1): 234-238.
14. Lee B. Jump rope training 2nd ed. Champaign, IL: Human Kinetics; 2010.
15. Fallah F, Sokhanguei Y, Rahimi A. The effect of jumping rope training on static balance in male and female students with intellectual impairment. European Journal of Experimental Biology 2014; 4(1): 137-41.
16. Mohammad AA, Ahmad MSA, Abdi K. Effect of rope skipping on social skills and academic performance on elementary students. European Journal of Experimental Biology 2013; 3(6): 285-9.
17. Dodman K, Majidi H, Abedeni S, Babaie P, Pak ILZ. 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 2013; 3(4): 198-202.

18. Ghelichpoor B .Shahbazi M .Bagherzade F. The Effect of National Jump Roping Plan on static and dynamic balance of male students of elementary school fourth grade. Journal of Development and Motor Learning 2015; 7(2): 139-51. [In Persian].
19. Orhan S. The effects of rope training on heart rate, anaerobic power and reaction time of the basketball players. Life Science Journal 2013; 10(4s): 266-71
20. Orhan S, Pulur A, Erol AE. The effects of the rope and weighed rope trainings on the physical and physiological parameters of the basketball players. Sağlık Bilimleri Dergisi, Fırat Üniversitesi 2008; 22(4): 205-10.
21. Ghasemnian A, Kordi M, Ghaeini A, Ghorbanian B, Hedayati M. Changes of Plasma Visfatin and Insulin Resistance in Overweight and Obese Non-athlete Adolescents following an Eight- Week-Endurance Rope Training. Zanjan University of Medical Sciences 2014; 22(94): 11-21. [In Persian].
22. Partavi S. Effects of 7 weeks of rope-jump training on cardiovascular endurance, speed, and agility in middle school student boys. Sport Science 2013; 6(2): 40-3.
23. Ghorbanian B, Ravassi A, Kordi MR, Hedayati M. The effects of rope training on lymphocyte ABCA1 expression, plasma ApoA-I and HDL-c in boy adolescents. International Journal of Endocrinology and Metabolism 2013; 11(2): 76-81
24. Duzgun I, Baltaci G, Colakoglu F, Tunay VB, Ozer D. The effects of jump-rope training on shoulder isokinetic strength in adolescent volleyball players. Journal of Sport Rehabilitation 2010; 19(2): 184-99.
25. Hong Y, Luk Tc. The effects of rope skipping on movement co-ordination in children-an electromyography study. Isbs-Conference Proceedings Archive; 1998; 1(1): 188-91.
26. Thomson J, Nelson J, Silverman S. Research methods in physical activity.7th ed. Human Kinetics, 2015: 116-8.
27. Mahdieh F, Rajabi R, Aghayari A. Determination of foot arch index in deferent ages groups for men and women in Esfahan city. Journal of Research in Rehabilitation Sciences 2014; 9(6): 1063-77.
28. Arastoee MS, Zahednezhad H, Arastoee A, Negahban H, Goharpay SH. Measurement of ground reaction forces during walking toward the front and rear of the students with flexible flat foot. Journal of Modern Rehabilitation School of Medical Sciences 2012; 1(5): 1-7.
29. Gutiérrez-Vilahú L, Massó-Ortigosa N, Costa-Tutusaus L, Guerra-Balic M. Reliability and Validity of the Footprint Assessment Method Using Photoshop CS5 Software. Journal of the American Podiatric Medical Association 2015; 105(3): 226-32.
30. Rajabi R, Samadi H. Corrective exercise laboratory. 2nd ed. Tehran, Iran: University of Tehran Press; 2013. p. 237-8. [In Persian].
31. Staheli LT, Chew DE, Corbett M. The longitudinal arch. Journal of Bone Joint Surgery 1987; 69(3): 426-8.
32. Onodera AN, Sacco IC, Morioka EH, Souza PS, de Sa MR, Amadio AC. What is the best method for child longitudinal plantar arch assessment and when does arch maturation occur? Foot (Edinburgh, Scotland) 2008; 18(3): 142-9
33. Chang JS, Kwon YH, Kim CS, Ahn S-H, Park SH. 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 2011; 25(1): 21-6.
34. Sokhanguei Y, afsharmand Z. Corrective exercise 2nd ed. Tehran, Iran: Hatmi Publication; 2012. p. 365-83. [In Persian]
35. Allen RH, Gross MT. Toe flexors strength and passive extension range of motion of the first metatarsophalangeal joint in individuals with plantar fasciitis. Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy 2003; 33(8): 468-78.
36. Headlee DL, Leonard JL, Hart JM, Ingersoll CD, Hertel J. Fatigue of the plantar intrinsic foot muscles increases navicular drop. Journal of Electromyography and Kinesiology 2008; 18(3): 420-5
37. Letafatkar A, Daneshmandi H, Hadadnezhad M, Adolvahabi Z. Advanced corrective exercises from theory to application. 1st ed. Tehran, Iran: Avaye Zohor Publications; 2010. p. 210-40. [In Persian].
38. Shier D, Butler J, Lewis R. Hole's human anatomy. 11th ed. New York, NY: McGraw-Hill; 2007.p. 333-6.
39. Sahrmann S. Movement system impairment syndromes of the extremities, cervical and thoracic spines. Philadelphia, PA: Elsevier Health Sciences; 2010. p. 439-4p80.
40. Neumann DA. Kinesiology of the musculoskeletal system: foundations for rehabilitation. St Louis, MO: Mosby. Elsevier; 2010. p. 477-521.
41. Basmajian Jv, Stecko G. The role of muscles in arch support of the foot. The Journal of Bone and Joint Surgery 1963; 45(6): 1184-1190
42. Thordarson DB, Schmotzer H, Chon J, Peters J. Dynamic support of the human longitudinal arch: a biomechanical evaluation. Clinical Orthopedics and Related Research 1995; 316: 165-72
43. Chang J-H, Wang S-H, Kuo C-L, Shen HC, Hong Y-W, Lin L-C. Prevalence of flexible flatfoot in Taiwanese school-aged children in relation to obesity, gender, and age. European Journal of Pediatrics 2010; 169(4): 447-52.
44. Sheikholeslami Vatani, D, Jahani, N. The effect of rope training on physical fitness parameters in 9-12 years old overweight/obese boys. Journal of Practical Studies of Biosciences in Sport 2014 2(3): 60-71. [In Persian].

Effect of Rope Jumping Exercise on Foot Arch in Boy Students with Cavus, Planus, and Normal Foot Types

Mehdi Ghaderiyan[1], Gholam Ali Ghasemi[2], Vahid Zolaktaf[2]

Original Article

Abstract

Introduction: The plantar arch is an architectural structure consisted of several joints, ligaments and muscles. It builds a functional unit that plays a vital role in weight bearing activities such as rope jumping. In this study, the effects of 12 weeks rope jumping on plantar arch in boy students with low, moderate, and high foot arches were evaluated.

Materials and Methods: It was a controlled experimental study**.** At the beginning of study, the plantar arches of 450 boys (aged 10 to 13 years) were evaluated by Staheli index. Accordingly, 30 participants were recruited from every group with low, moderate, and high foot arches, provided their parents signed the informed consent form. Then, subjects of each study group were randomly assigned into control and experimental groups (n = 15). Experimental groups took part in a 45-minute rope jumping program of 3 sessions per week, lasting for 12 weeks. Data were statistically analyzed by the use of Mixed ANOVA, using SPSS software.

Results: Compared to pre-test, post-test scores of plantar arch showed no difference in any control groups, nor in moderate-arch and high-arch experimental groups, but it showed significant increase in low-arch experimental group ($P < 0.01$).

Conclusion: Our findings demonstrated that rope jumping exercises could improve plantar arch in boy students 10-13 years old with flexible flat foot. Therefore, we recommend such exercises to boy adolescents and call for the same study on girl adolescents.

Keywords: Rope jumping exercise, Plantar arch, Student, Flat foot (Pes planus), Pes cavus

Citation: Ghaderiyan M, Ghasemi GA, Zolaktaf V. **Effect of Rope Jumping Exercise on Foot Arch in Boy Students with Cavus, Planus, and Normal Foot Types.** J Res Rehabil Sci 2015; 11(3): 212-9.

Received date: 25/04/2015 Accept date: 22/06/2015

1- Department of Sport Injury and Corrective Movements, School of Physical Education and Sports Sciences, University of Isfahan, Isfahan, Iran
2- Associate Professor, Department of Sport Injury and Corrective Movements, School of Physical Education and Sports Sciences, University of Isfahan, Isfahan, Iran
Corresponding Author: Mehdi Ghaderiyan, Email: mehdighaderiyan67@gmail.com