DOI: 10.22122/jrrs.v14i6.3411 Published by Vesnu Publications

تأثیر تمرینات اصلاحی سیستماتیک بر حس عمقی مچ پا در افراد مبتلا به سندرم انحراف پرونیشن منعطف: کارآزمایی بالینی تصادفی کنترل شده

علی گل‌چینی[1]، نادر رهنما[2]

مقاله پژوهشی

چکیده

مقدمه: سندرم انحراف پرونیشن، یکی از معمول‌ترین ناهنجاری‌های اندام تحتانی است که موجب ایجاد ناراستایی‌هایی در ساختارهای بخش اسکلتی پا می‌شود. هدف از انجام پژوهش حاضر، تعیین تأثیر تمرینات اصلاحی سیستماتیک بر حس عمقی مفصل مچ پا در افراد مبتلا به سندرم انحراف پرونیشن منعطف بود.

مواد و روش‌ها: در این کارآزمایی بالینی تصادفی کنترل شده، ۳۰ داوطلب که سندرم انحراف پرونیشن داشتند، انتخاب شدند و به صورت تصادفی در گروه‌های شاهد و تجربی قرار گرفتند. آزمودنی‌های گروه تجربی، تمرینات اصلاحی را به مدت ۱۲ هفته (۳ جلسه در هفته به مدت یک ساعت) انجام دادند؛ در حالی که گروه شاهد فعالیت‌های معمول خود را اجرا می‌کرد. قبل و بعد از اجرای تمرینات، حس عمقی مفصل مچ پا به وسیله الکتروگونیامتر ارزیابی گردید. در نهایت، داده‌ها با استفاده از آزمون‌های Independent t و Paired t مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

یافته‌ها: گروه تجربی به دنبال انجام ۱۲ هفته تمرینات اصلاحی سیستماتیک، بهبودی معنی‌داری را در حس عمقی مچ پا گزارش کرد (P = ۰/۰۰۱)، اما تفاوت معنی‌داری در حس عمقی مچ پای شرکت‌کنندگان گروه شاهد وجود نداشت (P > ۰/۰۵۰). در مجموع، تفاوت معنی‌داری بین آزمودنی‌های دو گروه مشاهده گردید؛ به طوری که حس عمقی مچ پای گروه تجربی بهتر از گروه شاهد بود (P < ۰/۰۰۱).

نتیجه‌گیری: تمرینات اصلاحی سیستماتیک، سبب بهبودی حس عمقی مچ پا در مبتلایان به سندرم انحراف پرونیشن می‌شود و می‌تواند برای بهبودی این افراد توصیه گردد.

کلید واژه‌ها: پرونیشن، تمرین، حس عمقی، وضعیت بدنی

ارجاع: گل‌چینی علی، رهنما نادر. **تأثیر تمرینات اصلاحی سیستماتیک بر حس عمقی مچ پا در افراد مبتلا به سندرم انحراف پرونیشن منعطف: کارآزمایی بالینی تصادفی کنترل شده.** پژوهش در علوم توانبخشی ۱۳۹۷؛ ۱۴ (۶): ۳۷۴-۳۶۶

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۹/۹ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۱/۱۹ تاریخ چاپ: ۱۳۹۷/۱۱/۱۵

مقدمه

سندرم انحراف پرونیشن اندام تحتانی که قسمت قدامی پا (Foot) را نیز درگیر می‌کند، یکی از معمول‌ترین ناهنجاری‌ها محسوب می‌شود که ممکن است موجب درد در ناحیه پا و ناراستایی‌هایی در ساختارهای بخش اسکلتی مچ پا (Tarsal) و بخش‌های دیستال و پروگزیمال اندام تحتانی شود (۱). افراد مبتلا به سندرم انحراف پرونیشن، به دلیل پرونیشن بیش از حد پا، علاوه بر کف پای صاف ممکن است دچار چرخش داخلی درشت نی، چرخش داخلی ران‌ها، ضربدری شدن زانوها و در نوع هایپرپرونیشن، افزایش لوردوز کمر شوند (۱). عضلات پرونئال (Peroneal)، گاسترکنمیوس (Gastrocnemius)، سولئوس (Soleus)، ایلیوتیبیال باند (Iliotibial band)، سر کوتاه بایسپس فموریس (Biceps)، ادداکتورها (Adductors) و سوئز (Psoas) دچار کوتاهی عملکردی و عضلات تیبیای خلفی و قدامی (Tibialis)، گلوتئوس مدیوس (Gluteus Medius)، گلوتئوس ماگزیموس (Gluteus Maximus)، واستوس مدیالیس (Vastus Medialis)، هیپ اکسترنال روتاتور (Hip external rotators) دچار کشیدگی عملکردی می‌شوند (۲).

در این سندرم، سر تالوس و ناویکولار به سمت داخل و پایین قرار می‌گیرد و راستای مرکز گرانش به سمت داخل مایل می‌گردد و در نهایت، کف پا صاف می‌شود. همچنین، این اختلال ممکن است موجب شست کج (Hallux Valgus) و افزایش فشار بر روی بخش‌های پروگزیمال مفاصل متاتارسو فالانژیال (Metatarsophalangeal یا MTP) شود. مفاصل ساب‌تالار، اولین مفصل MTP، تالوکرورال، ساکروایلیاک و مفاصل بین زواید مفصلی مهره‌ها در معرض اختلال عملکرد قرار خواهند گرفت (۲، ۱). این افراد ممکن است دچار

۱- دانشجوی دکتری تخصصی، گروه آسیب‌شناسی و حرکات اصلاحی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران
۲- استاد، گروه آسیب‌شناسی و حرکات اصلاحی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران
نویسنده مسؤول: علی گل‌چینی
Email: ali.golchini@gmail.com

آسیب‌دیدگی‌هایی همچون آسیب تاندون آشیل (۳)، التهاب نیام کف پای (Plantar fasciitis) (۴)، سندرم فشار بر روی میدل تیبیا (Medial tibial stress syndrome) (۵)، پیچ‌خوردگی مچ پا و ناپایداری آن (۶)، التهاب تاندون کشکک (Patellar tendinopathy)، سندرم درد پاتلوفمورال (Patellofemoral pain syndrome یا PFPS) (۷)، التهاب تاندون عضله تیبیالیس خلفی، آسیب‌دیدگی‌های رباط متقاطع قدامی (Anterior cruciate ligament یا ACL) و کمردرد شوند (۲، ۱). همچنین، افراد مبتلا به این سندرم، در معرض خطر بالاتری از درد کف پا، درد زانو، آسیب کف پا، استرس فراکچر (Stress fractures)، عملکرد ورزشی ضعیف و نقص در تعادل و حس عمقی مچ پا قرار دارند (۸). اختلالات حرکتی مانند محدودیت حرکت دورسی فلکشن در مفصل تالوکروال، ضعف سوپینیتورهای پا و مچ پا، عضلات اینترنسیک (Intrinsic) و هیپ اکسترنال روتاتور می‌باشد که با محدودیت ایجاد شده در این افراد بروز می‌نماید (۹).

حس عمقی بخش مهمی از ورودی‌های اطلاعاتی سیستم حسی- حرکتی است که به طور کلی به درک آگاهانه از وضعیت اندام در فضا اطلاق می‌شود (۱۰). گیرنده‌های مکانیکی و نورون‌های تخصص یافته حس عمقی (دوک عضلانی، اندام گلژی و گیرنده‌های مفصلی)، در بافت‌های نرم اطراف مفاصل وجود دارند. افزایش پرونیشن پا که با درجاتی از شلی لیگامنتی همراه است، در نتیجه فشارهای تکراری وارد بر بافت‌های نرم به دنبال این اختلال، ممکن است سبب اختلال در حس عمقی مچ پا شود (۱۱). بنابراین، افراد مبتلا به سندرم انحراف پرونیشن با کاهش حس عمقی مچ پا مواجه می‌باشند.

نتایج پژوهش‌های پیشین نشان داده است که برخی تمرینات اصلاحی برای بهبود وضعیت افراد دارای صافی کف پا و سندرم پرونیشن، بر سایر روش‌ها برتری دارد (۱۴-۱۲). مطالعه دیگری، تمرین بر روی گروه عضلات بالاتر یا پایین‌تر از محل بدشکلی یا روش تمرینی خاصی را مد نظر قرار داد و برای اصلاح پرونیشن پا و بهبود عوارض ناشی از سندرم انحراف پرونیشن از این طریق تأکید نمود (۱۵).

تلاش به منظور اصلاح پرونیشن پا و کاهش عوارض ناشی از آن از جمله حس عمقی مچ پا با استفاده از مداخلات قدیمی که تأثیر مستقیمی بر پا می‌گذارد مانند افزایش قدرت مفصل ران (۱۶)، انواع ارتزهای پا (۱۷)، تیپینگ (Taping) (۱۸)، تقویت عضلات ناحیه مچ پا (۱۹)، ماساژ (۲۰)، تمرینات تعادلی و ترکیبی (۲۱)، پیش از این بررسی شده است. در مورد اثربخشی تمرینات اصلاحی بر پرونیشن پا اختلاف نظر وجود دارد. با این وجود، تحقیقاتی وجود دارند که چنین ارتباطی را تأیید نمی‌کنند و نشان می‌دهند که برنامه تمرینات اصلاحی، تأثیر معنی‌داری بر بهبود عارضه کف پای صاف و عوارض مرتبط با آن از جمله حس عمقی مچ پا ندارد (۲۷-۲۲).

بر اساس اصول حاکم بر تمرینات اصلاحی و با توجه به این که افراد مبتلا به سندرم انحراف پرونیشن با اختلال در حس عمقی مچ پا مواجه هستند (۱۱)، ممکن است استفاده از تمرینات اصلاحی با رویکرد سیستماتیک، مداخله مناسبی برای مبتلایان به این سندرم باشد. از طرف دیگر، تاکنون پژوهشی که اثربخشی تمرینات اصلاحی با رویکرد سیستماتیک شامل مالش عضله روی فوم غلتان (تمرینات رهاسازی که عضلات توسط خود فرد با استفاده از فوم غلتان رها می‌شود)، تمرینات کششی (که با استفاده از آن‌ها طول مناسب برای عضلات ایجاد می‌شود و عضلات منعطف خواهند شد)، تمرینات فعال‌سازی (شامل تمرینات ایزومتریک وضعیتی و تقویتی مجزا می‌باشد که باعث تقویت عضلات ضعیف فرد می‌شود) و تمرینات مسنجم پویا (شامل تمرینات ترکیبی دینامیک می‌باشد که باعث افزایش هماهنگی عصبی- عضلانی و تقویت واحدهای حرکتی می‌شود) را بر بهبود اختلالات حس عمقی مچ پای افراد مبتلا به سندرم انحراف پرونیشن نشان دهد، انجام نشده است و سایر روش‌های درمانی نیز بسیار با یکدیگر متناقض می‌باشند. برخی مطالعات مؤثر بودن تمرینات (۱۴-۱۲) و بعضی از آن‌ها بی‌تأثیر بودن تمرینات را (۳۵-۲۸، ۲۵-۲۳) گزارش کرده‌اند. همچنین، ممکن است این تمرینات موجب کاهش هزینه‌های درمانی و پیشگیری از عوارض جانبی مرتبط با این نوع سندرم در آینده شود. لازم به ذکر است که سندرم انحراف پرونیشن منعطف در دانش‌آموزان سنین دوره دوم ابتدای و دوره‌های اول و دوم دبیرستان (۱۰ تا ۱۶ سال) بیشتر مشاهده می‌شود و به دلیل این که در سنین مورد نظر دانش‌آموزان در اوج رشد جسمانی می‌باشند، ممکن است که به تمرینات اصلاحی بهتر پاسخ دهند و از این جهت تحقیق حاضر اهمیت فراوانی داشت. بنابراین، هدف از انجام پژوهش حاضر، تعیین تأثیر تمرینات اصلاحی با رویکرد سیستماتیک بر حس عمقی مچ پا در دانش‌آموزان مبتلا به سندرم انحراف پرونیشن منعطف بود.

مواد و روش‌ها

این مطالعه از نوع کارآزمایی بالینی تصادفی کنترل شده و یک سوکور (شرکت‌کننده) بود و اثر تمرینات اصلاحی بر حس عمقی مچ پای دانش‌آموزان دارای سندرم انحراف پرونیشن مورد ارزیابی قرار گرفت.

جامعه آماری تحقیق را دانش‌آموزان پسر ۱۰ تا ۱۶ ساله تشکیل داد. در پژوهش حاضر، سطح آلفا ۰/۰۵، سطح بتا ۰/۲ و اندازه اثر مداخله برنامه‌های تمرینی ۰/۸ در نظر گرفته شد (۳۵). بدین منظور، ۳۰ نفر از دانش‌آموزان پسر ۱۰ تا ۱۶ ساله دارای سندرم انحراف پرونیشن از طریق آزمون غربالگری نیویورک (۲) به صورت هدفمند و پس از همسان‌سازی بر اساس سن، قد، وزن، شاخص توده بدنی (Body mass index یا BMI)، داشتن کف پای صاف منعطف در هر دو پا بدون علایم درد و مشخصات آنتروپومتریک، به صورت تصادفی خوشه‌ای از مدارس نواحی ۱، ۲ و ۳ استان کرمانشاه انتخاب شدند. سپس افراد منتخب با روش تصادفی ساده (انداختن سکه) در دو گروه ۱۵ نفره تجربی و شاهد قرار گرفتند. به افراد منتخب و والدین‌شان اطلاعاتی در مورد سندرم انحراف پرونیشن اندام تحتانی منعطف، هدف تحقیق و نحوه انجام آن و شرایط بهبود و تمرینات اصلاحی سیستماتیک ارایه گردید و در صورت اعلام آمادگی آن‌ها برای شرکت در مطالعه، فرم رضایت‌نامه جهت تکمیل و امضا در اختیارشان قرار داده شد و پس از امضای فرم مذکور، فرد به عنوان آزمودنی با در نظر گرفتن معیارهای مورد نظر، وارد گروه‌ها و جریان تمرینات اصلاحی شد.

معیارهای ورود شامل سن ۱۰ تا ۱۶ سال و ابتلای فرد به سندرم انحراف پرونیشن منعطف با توجه به تشخیص پزشک ارتوپد و متخصص حرکات اصلاحی بود که هر دو نفر هم‌زمان برای ارزیابی حضور داشتند.

ابتلا به سندرم پرونیشن منعطف بر اساس داشتن تمام مشخصات از جمله «کف پای صاف منعطف بدون علایم درد بر اساس تست بلند کردن پاشنه که فرد با پنجه پا بر روی لبه پله قرار می‌گرفت و پاشنه را به سمت بالا حرکت می‌داد. در صورت ظاهر شدن گودی در کف پا، دارای کف پای صاف منعطف بود (۹). افت استخوان ناویکولار بیشتر از ۱۰ میلی‌متر با استفاده از روش Brody

http://jrrs.mui.ac.ir

(۸). صافی درجه ۲ کف پا بر اساس تست اثر پا با روش Denis A از طریق دیدن کف پا بر روی جعبه آینه و پودر تالک که نشانه آن، یکسان بودن اندازه بخش مرکزی و جلوی پا است (۲۳)، زانوی ضربدری با اندازه‌گیری فاصله بین دو قوزک داخلی پا (حداقل ۴ سانتی‌متر) (۲۴)، لوردوز کمری بیش از ۳۵ درجه (۲۶) با استفاده از خط‌کش انعطاف‌پذیر با مارک Kidoz به روش Youdas (۲۵)، داشتن دید طبیعی یا اصلاح شده با عینک یا لنز» تأیید گردید.

ابتلای فرد به دیگر بیماری‌های حاد یا مزمن ناتوان‌کننده مغایر با ورزش و یا منع پزشک متخصص جهت انجام تمرینات ورزشی، سابقه آسیب‌دیدگی یا جراحی اندام تحتانی، بیماری‌های گوش داخلی و اختلال سیستم دهلیزی و مشکلات تأثیرگذار بر تعادل در سیستم عصبی، دامنه حرکتی غیر طبیعی مفاصل اندام تحتانی و مشکلات ارتوپدی جدی مانند داشتن کف پای صاف سخت (ساختاری)، عدم تکمیل فرم رضایت‌نامه به صورت آگاهانه و پرسش‌نامه سلامت فردی، وجود درد و یا ایجاد درد در طول مطالعه، عدم تکمیل آزمون‌های تحقیق در مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون و عدم حضور مستمر در تمرینات (دو جلسه غیبت متوالی یا سه جلسه غیبت در طول دوره) به عنوان معیارهای خروج در نظر گرفته شد.

برنامه تمرینات اصلاحی سیستماتیک: آزمودنی‌های گروه تجربی به مدت سه ماه برنامه تمرینات اصلاحی منظم را اجرا کردند و گروه شاهد فعالیت معمول را ادامه داد. برنامه تمرینات اصلاحی شامل دو بخش آموزشی و تمرینی بود؛ در بخش آموزشی، روش صحیح انجام فعالیت‌های عملکردی روزانه (Functional activities of daily living) به طور شفاف در یک جلسه دو ساعته کلاس تئوری توضیح داده شد. بخش تمرینی در مجموع شامل ۲۱ تمرین بود که در ادامه آمده است.

مالش عضله روی فوم غلتان (Foam Roller): شامل عضلات پرونئال، گاستروکنمیوس، سولئوس، سوئز، ادداکتورهای هیپ و سر کوتاه بایسپس فموریس و ایلیوتیبیال باند به مدت ۳۰ ثانیه بود.

تمرینات کششی ایستا: بر روی عضلات گاستروکنمیوس و سولئوس روی سطح شیب‌دار، عضلات تنسور فاسیالاتا، سر کوتاه بایسپس فموریس و عضلات سوئز انجام شد.

تمرینات مقاومتی: جهت تقویت عضلات اکسنتریک کف پا شامل دورسی فلکشن و اینورژن مچ پا، اداکشن، اکستنشن و چرخش خارجی ران با کش تراباند سبز و آبی رنگ (مارک Sporting، چین) و تمرینات کوتاه کردن پا (Short leg exercises) جهت تقویت عضلات داخلی (Intrinsic) کف پا صورت گرفت.

تمرینات پویا (Dynamic): شامل تمرینات تعادلی ستاره در تمامی صفحات، بالا رفتن از پله و تمرینات لانج بود.

در تمام تمرینات اصول تمرین رعایت شد (۹). تمرینات اصلاحی ترکیبی از منابع علمی مختلف جمع‌آوری گردید (۱۳، ۹، ۲) (جدول ۱). آزمودنی‌های گروه تجربی از یک روز بعد از پیش‌آزمون وارد برنامه تمرینات (۳ جلسه تمرین در هفته به مدت سه ماه) شدند. تمرینات اصلاحی که برای گروه تجربی به کار رفت، شامل ۳۶ جلسه ۶۰ دقیقه‌ای (۱۰ دقیقه گرم کردن اولیه، ۱۰ دقیقه تمرینات مهاری، ۳۵ دقیقه تمرینات کششی، قدرتی و انسجامی و ۵ دقیقه سرد کردن) بود (۹، ۲). همزمان با آن، گروه شاهد فعالیت معمول خود را ادامه داد. فرایند غربالگری و تمرینات حرکات اصلاحی در کانون حرکات اصلاحی حضرت مهدی (عج) استان کرمانشاه در سال تحصیلی ۹۷-۱۳۹۶ اجرا گردید. افراد در طی اجرای تمرینات همکاری کردند و در کانون حاضر شدند و هیچ‌کدام از آن‌ها از مطالعه خارج نشدند.

ارزیابی متغیرها: قبل و پس از ۱۲ هفته اجرای تمرینات اصلاحی، متغیرهای مورد نظر در هر دو گروه مورد ارزیابی قرار گرفت.

ارزیابی حس عمقی: به منظور اندازه‌گیری خطای مطلق بازسازی زاویه مفصل مچ پا در چهار حرکت، از الکتروگونیامتر (مدل SG110A، شرکت Biometrics Ltd، انگستان) استفاده شد. این وسیله از اعتبار خوب (۰/۹۵-۰/۹۳ $\leq r$) و تکرارپذیری بالایی [۰/۹۸-۰/۹۷ $\leq$ Intraclass correlation coefficient (ICC)] در اندازه‌گیری زاویه مفصلی مچ پا برخوردار است (۳۶). برای راه‌اندازی دستگاه، ابتدا باید آن را که دارای دو بازو است، روی مفصل مچ پا به اندام متصل کرد؛ به طوری که دقیقاً مفصل در زیر محل اتصال دو بازو قرار گیرد. به منظور اتصال الکتروگونیامتر به مچ پا برای ارزیابی پلانتار فلکشن و دورسی فلکشن در وضعیت نشسته، برجستگی‌های سر استخوان تیبیا و قوزک خارجی پای غالب علامت‌گذاری گردید. یکی از پایه‌های الکتروگونیامتر بالاتر از قوزک خارجی روی محوری که سر استخوان تیبیا را به قوزک خارجی وصل می‌کند و پایه دیگر آن در امتداد این محور در زیر قوزک خارجی قرار گرفت. به منظور ارزیابی حرکات اینورژن و اورژن در وضعیت نشسته، یکی از پایه‌های الکتروگونیامتر روی پا در امتداد انگشت دوم پا و پایه دیگر در یک سوم تحتانی تیبیا قرار گرفت (۳۸، ۳۷). سپس گیرنده رادیویی دستگاه به کامپیوتر وصل و برنامه نرم‌افزاری اجرا شد. دکمه صفر زده شد تا زاویه کنونی صفر در نظر گرفته شود. برای اندازه‌گیری خطای مطلق بازسازی زاویه مفصل مچ پا، آزمودنی بر روی تخت می‌نشست؛ به گونه‌ای که مچ پایش از تخت بیرون بود و ران و زانو زاویه ۹۰ درجه می‌ساخت. سپس با استفاده از یک باند، پای آزمودنی به تخت ثابت می‌شد. برای ارزیابی زاویه در حرکت دورسی فلکشن، پلانتار فلکشن، اینورژن و اورژن، پایه‌های الکتروگونیامتر در محل‌های مورد نظر قرار داده شد (۳۸، ۳۷).

برای کالیبره کردن الکتروگونیامتر، نقطه شروع برای اینورژن و اورژن جایی که در صفحه فرونتال مچ پا راحت باشد و برای پلانتار فلکشن و دورسی فلکشن، زاویه ۹۰ درجه‌ای که توسط محور طولی کف پا و ساق پا تشکیل می‌شد، در نظر گرفته شد. این روش باعث می‌شود تا زاویه شروع آزمودنی‌ها یکسان باشد. از آزمودنی درخواست گردید تا یکی از زاویه‌های تعیین شده را سه بار تکرار کند و زمانی که به این زاویه می‌رسید به آزمودنی گفته شد که موقعیت این زاویه را یاد بگیرد یا حفظ کند. این کار سه بار با فاصله زمانی ۱۵ دقیقه برای کاهش اثر یادگیری انجام می‌شد. به منظور آشنایی دانش‌آموزان با حرکات، یک بار آزمونگر پای آن‌ها را برای آموزش به صورت غیر فعال حرکت می‌داد و از آن‌ها درخواست گردید که این حرکات را برای اندازه‌گیری اجرا نمایند. به منظور بازسازی زاویه ۱۰ درجه دورسی فلکشن، ابتدا از آزمودنی‌ها درخواست شد تا با چشمان باز سه مرتبه مچ پای خود را تا زاویه هدف حرکت دهند و ۵ ثانیه در همان وضعیت نگه دارند و زاویه هدف را به ذهن بسپارند. سپس به منظور حذف مداخله‌گر بینایی، چشمان فرد با چشم‌بند بسته شد و پس از ۷ ثانیه مکث، فرد به صورت فعال زاویه هدف را بازسازی می‌کرد و هنگامی که به زاویه هدف می‌رسید، با گفتن کلمه «اینجا»، آزمونگر را مطلع می‌کرد. میزان اختلاف بین زاویه ایجاد شده در بازسازی زاویه مفصل مچ پا با زاویه هدف، به عنوان زاویه خطا (Error angle) بدون در نظر گرفتن مثبت یا منفی بودن جهت به عنوان خطای مطلق در نظر گرفته شد.

http://jrrs.mui.ac.ir

جدول ۱. برنامه تمرینات حرکات اصلاحی

شاخص‌ها تمرینات	هدف یا نوع تمرین	دوره	تکرار	استراحت	مدت (ثانیه)	شدت	توضیحات
مالش عضله روی فوم	مالش دادن عضله گاستروکنمیوس/ سولئوس روی فوم غلتان	۱	۱	۲۰	۳۰		بخش داخلی
غلتان	مالش دادن عضله بایسپس فموریس روی فوم غلتان	۱	۱	۲۰	۳۰		سر کوتاه
	مالش دادن عضله ایلیوتیبیال باند/ تنسور فاسیالاتا روی فوم غلتان	۱	۱	۲۰	۳۰		
	مالش دادن عضله پرونئال روی فوم غلتان	۱	۱	۲۰	۳۰		
تمرینات کششی	کشش عضلات گاستروکنمیوس	۱	۱	۱۰	۳۰		چرخش داخلی پشت پا
	کشش عضلات سولئوس	۱	۱	۱۰	۳۰		
	کشش عضله بایسپس فموریس در حالت طاق‌باز	۱	۱	۱۰	۳۰		
	کشش عضله ایلیوتیبیال باند/ تنسور فاسیالاتا در حالت ایستاده	۱	۱	۱۰	۳۰		چرخش خارجی پشت پا
تمرینات مقاومتی	دورسی فلکشن مچ (تراباند)	۲-۱	۱۵-۱۰	۲۰		۲/۲/۴	تیبیای قدامی
	پلنتار فلکشن و اینورژن (تراباند)	۲-۱	۱۵-۱۰	۲۰		۲/۲/۴	تیبیای خلفی
	بلند کردن ساق یک پا (بر روی لبه استپ)	۲-۱	۱۵-۱۰	۲۰		۲/۲/۴	مدیال گاستروکنمیوس
	خم کردن زانو همراه با چرخش داخلی (تراباند)	۲-۱	۱۵-۱۰	۲۰		۲/۲/۴	مدیال همسترینگ
	جمع کردن حوله زیر پا، کوتاه کردن پا	۲-۱	۱۵-۱۰	۲۰		۲/۲/۴	اینترنسیک کف پا و فلکسورهای انگشتان
	حرکت ابداکشن و چرخش خارجی ران در مقابل مقاومت کش پیلاتس و کش بدنسازی	۲-۱	۱۵-۱۰	۲۰		۲/۲/۴	هیپ ابداکتور و اکسترنال روتاتور
	خم کردن ۹۰ درجه زانو در مقابل مقاومت دست در حالت طاق‌باز	۱	۴	۲۰		۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد	مدیال همسترینگ
	پلانتار فلکشن و اینورژن پا در حالت طاق‌باز با صاف بودن زانو در مقابل مقاومت دست	۱	۴	۲۰		۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد	تیبیای خلفی
	دورسی فلکشن پا در حالت طاق‌باز با صاف بودن زانو در مقابل مقاومت دست	۱	۴	۲۰		۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد	تیبیای قدامی
تمرینات پویا	دستیابی به تعادل بر روی یک پا در چند جهت (تمرینات تعادل ستاره‌ای در تمامی جهات با استفاده از صندلی و بدون آن)	۲-۱	۱۵-۱۰	۳۰	۳۰		حفظ قوس مناسب پا، زانو مستقیم در راستای مقابل انگشتان دوم و سوم
	بالا رفتن از پله و حفظ تعادل (تمرینات پلیومتریک با استفاده از استپ)	۲-۱	۱۵-۱۰	۳۰	۳۰		حفظ قوس مناسب پا، زانو مستقیم در راستای مقابل انگشتان دوم و سوم
	اسکات با یک پا	۲-۱	۱۵-۱۰	۳۰	۳۰		حفظ قوس مناسب پا، زانو مستقیم در راستای مقابل انگشتان دوم و سوم
	حرکت لانج و حفظ تعادل	۲-۱	۱۵-۱۰	۳۰	۳۰		حفظ قوس مناسب پا، زانو مستقیم در راستای مقابل انگشتان دوم و سوم

http://jrrs.mui.ac.ir

این حرکت سه بار تکرار گردید و در نهایت، میانگین سه زاویه خطای به دست آمده به عنوان رکورد در نظر گرفته شد. پس از یک دقیقه استراحت، زاویه ۲۰ درجه پلانتار فلکشن، زاویه ۲۰ درجه اینورژن و ۱۰ درجه اورژن به همین صورت بازسازی شد. به منظور پیشگیری از یادگیری که ممکن است پس از هر حرکت اتفاق بیفتد، هیچ‌گونه بازخوردی در مورد عملکرد آزمودنی‌ها به آن‌ها داده نمی‌شد (۳۹، ۳۶).

آزمون‌ها طی یک جلسه اجرا شد و برای دانش‌آموزان هیچ‌گونه عارضه و ناراحتی به همراه نداشت. حالات دانش‌آموزان در حین آزمون‌ها مورد توجه قرار گرفت و در بین هر آزمون فرصت کافی برای استراحت در نظر گرفته شد که افراد دچار خستگی بیش از حد یا آسیب نشوند.

از آزمون‌های آمار توصیفی مانند میانگین و انحراف معیار جهت توصیف داده‌ها استفاده شد. در بخش آمار استنباطی، ابتدا آزمون Levene جهت بررسی نرمال بودن توزیع داده‌ها به کار رفت و سپس برای مقایسه میانگین بین گروه‌ها و تأثیر متغیر مستقل بر متغیرهای وابسته، از آزمون Independent t و Paired t استفاده گردید. داده‌ها در نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۲ (version 22, IBM Corporation, Armonk, NY) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

یافته‌ها

مطابق با نتایج آزمون Levene، داده‌های دو گروه توزیع نرمال داشتند. در تحقیق حاضر ریزش نمونه وجود نداشت. مشخصات دموگرافیک آزمودنی‌ها در جدول ۲ ارایه شده است. بر اساس یافته‌ها، تفاوت معنی‌داری بین گروه‌ها در مرحله پیش‌آزمون وجود نداشت.

حس عمقی مچ پا: اطلاعات مربوط به حس عمقی مچ پای دانش‌آموزان در جدول ۳ ارایه شده است. به دنبال ۱۲ هفته تمرینات اصلاحی سیستماتیک در دانش‌آموزان گروه تجربی، حس عمقی مچ پا در چهار حرکت ذکر شده بهبودی معنی‌داری پیدا کرد ($P = ۰/۰۰۱$)، اما تفاوت معنی‌داری در گروه شاهد مشاهده نشد ($P > ۰/۰۵۰$). در مجموع، تفاوت معنی‌داری بین حس عمقی مچ پای دانش‌آموزان گروه‌های تجربی و شاهد وجود داشت؛ به طوری که حس عمقی مچ پای گروه تجربی بهتر از گروه شاهد بود.

جدول ۲. مشخصات دموگرافیک آزمودنی‌ها

متغیر	گروه‌ها	تعداد	میانگین ± انحراف معیار	مقدار P
سن (سال)	تجربی	۱۵	۱۲/۶ ± ۱/۷	۰/۶۷۶
	شاهد	۱۵	۱۲/۶ ± ۱/۸	
قد (سانتی‌متر)	تجربی	۱۵	۱۶۵/۳ ± ۶/۵	۰/۱۴۵
	شاهد	۱۵	۱۶۶/۴ ± ۹/۵	
وزن (کیلوگرم)	تجربی	۱۵	۶۷/۱ ± ۵/۷	۰/۰۶۰
	شاهد	۱۵	۶۸/۹ ± ۹/۹	
BMI (کیلوگرم بر مترمربع)	تجربی	۱۵	۲۴/۵ ± ۱/۶	۰/۱۸۲
	شاهد	۱۵	۲۴/۷ ± ۲/۲	

BMI: Body mass index

بحث

هدف از انجام پژوهش حاضر، تعیین تأثیر ۱۲ هفته تمرینات اصلاحی سیستماتیک بر حس عمقی مچ پای دانش‌آموزان مبتلا به سندرم انحراف پرونیشن منعطف بود. نتایج نشان داد که حس عمقی نمونه‌های گروه تجربی پس از پایان برنامه تمرینات اصلاحی بهتر از گروه شاهد بود. آن‌ها دارای خطای بازسازی زاویه‌ای کمتر (حس عمقی بیشتر) در پای غالب نسبت به آن‌ها بودند. این یافته نشان دهنده مؤثرتر بودن روش تمرینات اصلاحی منظم نسبت به فعالیت معمول می‌باشد و با نتایج مطالعات Chung و همکاران (۱۲) و نجفی و همکاران (۱۴) همخوانی داشت. آن‌ها گزارش کردند که ثبات پوسچر، وضعیت بدنی و حس عمقی آزمودنی‌های گروه تجربی و شاهد قبل از اعمال تمرینات اصلاحی، تفاوتی نداشت، اما این روند بعد از اجرای تمرینات اصلاحی معکوس می‌شود و افراد گروه تجربی دارای ثبات پوسچر و حس عمقی بهتری نسبت به پیش‌آزمون و گروه شاهد خواهند شد (۱۴، ۱۲). ممکن است علت این همسویی، استفاده تحقیقات مذکور (۱۴، ۱۲) از تمرینات اصلاحی مشابه با تمرینات به کار رفته در بررسی حاضر باشد. نجفی و همکاران در پژوهش خود از تمرینات ترکیبی استفاده کردند (۱۴)، اما در مطالعه حاضر از تمرینات سیستماتیک استفاده گردید.

جدول ۳. خطای مطلق بازسازی زاویه مفصل مچ پا (حس عمقی مچ پا)

متغیرها	گروه	پیش‌آزمون (میانگین ± انحراف معیار)	پس‌آزمون (میانگین ± انحراف معیار)	t	مقدار P (آزمون Paired t)	مقدار P (آزمون Independent t)
دورسی فلکشن (۱۰ درجه)	تجربی	۲/۵۲ ± ۰/۷۲	۱/۱۰ ± ۰/۱۹	۸/۴۳	*< ۰/۰۰۱	**۰/۰۰۱
	شاهد	۲/۶۶ ± ۰/۶۸	۲/۶۳ ± ۰/۷۰	۱/۶۳	۰/۱۲۵	
پلانتار فلکشن (۲۰ درجه)	تجربی	۳/۶۹ ± ۰/۵۸	۱/۲۹ ± ۰/۳۴	۲۳/۰۹	*۰/۰۰۱	**۰/۰۰۱
	شاهد	۳/۷۸ ± ۰/۵۵	۳/۷۵ ± ۰/۵۴	۱/۹۳	۰/۰۷۰	
اینورژن (۲۰ درجه)	تجربی	۲/۲۲ ± ۰/۳۵	۱/۱۲ ± ۰/۲۵	۱۸/۰۸	*۰/۰۰۱	**۰/۰۰۱
	شاهد	۲/۲۰ ± ۰/۴۱	۲/۱۸ ± ۰/۴۰	۱/۶۵	۰/۱۲۱	
اورژن (۱۰ درجه)	تجربی	۱/۵۸ ± ۰/۲۷	۰/۷۱ ± ۰/۱۵	۱۴/۵۹	*۰/۰۰۱	**۰/۰۰۱
	شاهد	۱/۶۳ ± ۰/۲۴	۱/۶۱ ± ۰/۲۴	۱/۸۵	۰/۰۸۵	

*$P < ۰/۰۵۰$ گروه تجربی در مقایسه با گروه شاهد (آزمون Paired t)، **$P < ۰/۰۵۰$ گروه تجربی در مقایسه با گروه شاهد (آزمون Independent t)

http://jrrs.mui.ac.ir

Morrison (40) و Kaminski با انجام یک تحقیق مروری، به این نتیجه رسیدند که وقتی حس عمقی مفصل مچ پا به دلایل ناهنجاری کاهش یابد، موجب عدم تعادل عضلانی و افزایش ناپایداری و در نهایت، بروز آسیب در این مفصل خواهد شد (۴۰) که با یافته‌های تحقیقات Cote و همکاران (۸) و نوبخت و همکاران (۲۸) مطابقت نداشت. دلیل عدم همخوانی با پژوهش حاضر ممکن است به دلیل نوع مطالعه باشد؛ چرا که در بررسی حاضر از تمرینات اصلاحی سیستماتیک استفاده شد، اما تحقیق نوبخت و همکاران (۲۸) از نوع مقایسه‌ای می‌باشد. به طور کلی، عدم همخوانی نتایج پژوهش‌ها به این علت است که جبران نقص عصبی- عضلانی برای کاهش بار زیاد قوس طولی داخلی را در این‌گونه افراد نشان دهد. با این وجود، در مطالعه حاضر، تمرینات اصلاحی سیستماتیک به منظور بهبود وضعیت بدنی و افزایش حس عمقی مچ پا اجرا گردید. همچنین، استفاده از پروتکل‌های تمرینی متفاوت با رویکردهای مختلف، ویژگی افراد شرکت‌کننده در تحقیق (سن، جنسیت و جمعیت‌های متفاوت) و ابزارها یا روش ارزیابی متفاوت، می‌تواند از علل عدم همسویی این پژوهش‌ها باشد.

نتایج برخی مطالعات نشان داده است که انجام یک‌سری مداخلات و تمرینات ورزشی خاص و اصلاحی، منجر به بهبود حس عمقی و ناپایداری مفصل مچ پا که از عوارض ثانویه همراه با این نوع سندرم ذکر شده است، می‌شود (۴۱، ۳۷، ۲۱، ۲۰). در بررسی حاضر، به کارگیری تمرینات اصلاحی مناسب ممکن است موجب افزایش کارایی عضلات و گیرنده‌های مفصلی، دوک عضلانی و اندام وتری گلژی شده باشد که این عضلات و گیرنده‌های حس عمقی آن‌ها پیش از تمرینات در گروه تجربی، فعالیت هماهنگ و مناسبی برای درک حس عمقی مفصل مچ پا نداشتند. به همین علت، به منظور بهبود و ارتقای حس عمقی مفصل مچ پا و کاهش ناهنجاری بدنی افراد دارای این نوع سندرم، طراحی و تنظیم یک دوره تمرینات اصلاحی منظم که در تحقیق حاضر صورت گرفت و گروه تجربی از آن پیروی کردند، مناسب به نظر می‌رسد.

تغییرات بیومکانیکی ناشی از پرونیشن مچ پا ممکن است بر بارهای مفصلی، بازدهی مکانیکی عضلات، بازخورد و جهت‌یابی حس عمقی تأثیر بگذارد و به تغییر در کنترل عصبی- عضلانی اندام تحتانی بینجامد (۴۲). در افراد دارای صافی کف پا و سندرم پرونیشن، راستای مفصل مچ پا به دلیل چرخش تالوس یا کالکانئووالگوس تغییر می‌کند و کل ساختار را در یک وضعیت کاملاً ناپایدار قرار می‌دهد (۴۳). همچنین، به علت استرس بیش از حد اعمال شده بر گیرنده‌های عمقی (دوک عضلانی، اندام وتری گلژی) و ساختارهای تاندونی- استخوانی، حس عمقی و کینستزی عضلات پیرامون مفصل کاهش می‌یابد (۴۳). افراد با ناهنجاری ساختاری کف پا، سیستم حسی- حرکتی را بیشتر درگیر می‌کنند تا با وضعیت نامتعادل به وجود آمده در اثر آشفتگی مقابله کنند و به این وسیله از سقوط ممانعت به عمل آورند (۴۴). نقص در گیرنده‌های کف پایی، منجر به افزایش نوسانات پوسچری می‌شود (۴۴). آوران‌های عصبی اجزای مهمی برای کنترل حرکتی به شمار می‌روند و دوک‌های عضلانی که گیرنده‌های حسی عضله هستند، به میزان زیادی تحت تأثیر اطلاعاتی قرار دارند که از طریق آوران‌های مفصلی ارسال می‌گردد (۴۴)؛ یعنی در پاسخ به پیام‌های آوران، ارتباط مفصلی- تاندونی- عضلانی در قالب یک دستور وابران، باعث کنترل و پویای مفصل می‌شود (۴۴).

احتمالاً با تقویت ساختارهای عضلانی به وسیله تمرینات مقاومتی که جزیی از تمرینات اصلاحی می‌باشد، حس عمقی می‌تواند از طریق تحریک دوک عضلانی و اندام گلژی افزایش یابد (۴۵). دوک‌های عضلانی، محرک‌های استاتیک و دینامیک را از نورون‌های آوران گاما دریافت می‌کنند و ممکن است که تمرینات مقاومتی فعالیت آوران‌های گاما را افزایش دهد و در نتیجه، باعث افزایش بیشتر حس وضعیت مفصل شود (۴۵). در مورد این که برنامه تمرینات اصلاحی منظم چگونه می‌تواند بر حس عمقی مفصل مچ پا تأثیر بگذارد، باید توضیح داد که کشش، انقباض و تقویت عضلانی عضلات ران، زانو، ساق پا، مچ پا و کف پا ممکن است باعث بهبود سیستم عصبی- عضلانی و هماهنگی و توازن آن‌ها شود. همچنین، ممکن است منجر به افزایش کارایی و تعداد گیرنده‌های حس عمقی عضلات (دوک عضلانی و اندام گلژی) و گیرنده‌های مفصلی و در نتیجه، کاهش میانگین خطای مطلق زاویه بازسازی و افزایش حس عمقی مفصل مچ پا شود (۱۴). تمرینات اصلاحی با افزایش قدرت اندام تحتانی، ممکن است باعث تثبیت عضلانی (طول- تنش) مناسب‌تر و در نتیجه، افزای دقت در حین آزمون گردد و در نهایت، آزمودنی‌ها می‌توانند رکورد بهتری کسب کنند (۴۵). بنابراین، میانگین خطای مطلق زاویه بازسازی شده کاهش می‌یابد و به عبارت دیگر، حس عمقی مفصل مچ پا افزایش می‌یابد.

محدودیت‌ها

در تحقیق حاضر، در زمینه کنترل تغذیه، شرایط روحی و حالت روانی آزمودنی‌ها محدودیت وجود داشت؛ چرا که نمونه‌ها فقط در داخل کانون حرکات اصلاحی و برای اجرای دقیق تمرینات اصلاحی تحت نظر قرار گرفتند. همچنین، مطالعه فقط بر روی دانش‌آموزان پسر ۱۰ تا ۱۶ ساله اجرا شد.

پیشنهادها

پیشنهاد می‌شود پژوهش حاضر بر روی نمونه‌های بزرگ‌تر انجام گیرد. همچنین، نمونه‌های شامل دانش‌آموزان پسر و دختر در رده‌های سنی مختلف مورد تمرین و ارزیابی قرار گیرند. بهتر است مشابه تحقیق حاضر در زمان‌های مختلف و طولانی‌تری برروی افراد انجام گردد.

نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج مطالعه حاضر، تمرینات اصلاحی سیستماتیک احتمالاً سبب بهبودی حس عمقی مچ پا در دانش‌آموزان مبتلا به سندرم انحراف پرونیشن می‌شود. بنابراین، برای این دسته از دانش‌آموزان توصیه می‌شود. همچنین، می‌توان نتیجه گرفت که تمرینات انسجامی و عصبی- عضلانی باید بخشی از تمرینات اصلاحی برای افزایش حس عمقی مفصل مچ پا و بهبود وضعیت بدنی در افراد دارای سندرم انحراف پرونیشن باشد.

تشکر و قدردانی

پژوهش حاضر برگرفته از پایان‌نامه مقطع دکتری تخصصی آسیب‌شناسی و حرکات اصلاحی با شماره ۱۳۷۳۵۰۹، کد اخلاق IR.UI.REC.1396.037 و IRCT20190824044597N1، مصوب دانشگاه اصفهان می‌باشد. بدین وسیله از پزشکان ارتوپد استان کرمانشاه، مدیریت آموزش و پرورش ناحیه ۱ کرمانشاه، مرکز حرکات اصلاحی حضرت مهدی (عج) و مرکز تندرستی دکتر اکبری تشکر و قدردانی به عمل می‌آید. همچنین، از تمام دانش‌آموزان و والدین آن‌ها

http://jrrs.mui.ac.ir

سپاسگزاری می‌گردد.

نقش نویسندگان

علی گل‌چینی، طراحی و ایده پردازی مطالعه، جذب منابع مالی برای انجام مطالعه، خدمات پشتیبانی و اجرایی و علمی مطالعه، فراهم کردن تجهیزات و نمونه‌های مطالعه، جمع‌آوری داده‌ها، تحلیل و تفسیر نتایج، خدمات تخصصی آمار، تنظیم دست‌نوشته، ارزیابی تخصصی دست‌نوشته از نظر مفاهیم علمی، تأیید دست‌نوشته نهایی جهت ارسال به دفتر مجله، مسؤولیت حفظ یکپارچگی فرایند انجام مطالعه از آغاز تا انتشار و پاسخگویی به نظرات داوران، نادر رهنما، طراحی و ایده پردازی مطالعه، جذب منابع مالی برای انجام مطالعه، خدمات پشتیبانی و اجرایی و علمی مطالعه، فراهم کردن تجهیزات و نمونه‌های مطالعه، جمع‌آوری داده‌ها، تحلیل و تفسیر نتایج، خدمات تخصصی آمار، تنظیم دست‌نوشته، ارزیابی تخصصی دست‌نوشته از نظر مفاهیم علمی، تأیید دست‌نوشته نهایی جهت ارسال به دفتر مجله، مسؤولیت حفظ یکپارچگی فرایند انجام مطالعه از آغاز تا انتشار و پاسخگویی به نظرات داوران را بر عهده داشتند.

منابع مالی

این تحقیق بر اساس تحلیل ثانویه بخشی از اطلاعات مستخرج از پایان‌نامه دکتری تخصصی آسیب‌شناسی و حرکات اصلاحی با شماره ۱۳۷۳۵۰۹، کد اخلاق IR.UI.REC.1396.037 و IRCT20190824044597N1 می‌باشد که با حمایت مالی دانشگاه اصفهان تنظیم گردید. دانشگاه اصفهان در جمع‌آوری داده‌ها، تحلیل و گزارش آن‌ها، تنظیم دست‌نوشته و تأیید نهایی مقاله برای انتشار اعمال نظر نداشته است.

تعارض منافع

نویسندگان دارای تعارض منافع نمی‌باشند. دکتر نادر رهنما بودجه انجام مطالعات پایه مرتبط با این پژوهش را از دانشگاه اصفهان جذب نمود و از سال ۱۳۸۴ به عنوان دانشیار رشته تربیت بدنی در گرایش آسیب‌شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی در این دانشگاه مشغول به فعالیت می‌باشد. علی گل‌چینی از سال ۱۳۹۳ تاکنون دانشجوی مقطع دکتری تخصصی آسیب‌شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی در دانشکده ترتیبت بدنی دانشگاه اصفهان می‌باشد.

References

1. Hertling D, Kessler RM. Management of common musculoskeletal disorders: Physical therapy principles and methods. Philadelphia, PA: Lippincott Williams and Wilkins; 2006. p. 606-12.
2. Clark MA, Lucett SL. NASM essentials of corrective exercise training. 1st ed. Philadelphia, PA: Lippincott Williams and Wilkins; 2011.
3. Rees JD, Maffulli N, Cook J. Management of tendinopathy. Am J Sports Med 2009; 37(9): 1855-67.
4. Irving DB, Cook JL, Menz HB. Factors associated with chronic plantar heel pain: A systematic review. J Sci Med Sport 2006; 9(1-2): 11-22.
5. Moen MH, Tol JL, Weir A, Steunebrink M, De Winter TC. Medial tibial stress syndrome: A critical review. Sports Med 2009; 39(7): 523-46.
6. Holmes A, Delahunt E. Treatment of common deficits associated with chronic ankle instability. Sports Med 2009; 39(3): 207-24.
7. Powers CM. The influence of altered lower-extremity kinematics on patellofemoral joint dysfunction: a theoretical perspective. J Orthop Sports Phys Ther 2003; 33(11): 639-46.
8. Cote KP, Brunet ME, Gansneder BM, Shultz SJ. Effects of pronated and supinated foot postures on static and dynamic postural stability. J Athl Train 2005; 40(1): 41-6.
9. Sahrmann S. Movement system impairment syndromes of the extremities, cervical and thoracic spines. St Louis, MI: Mosby; 2011.
10. Riemann BL, Lephart SM. The sensorimotor system, part I: The physiologic basis of functional joint stability. J Athl Train 2002; 37(1): 71-9.
11. Lephart SM, Pincivero DM, Giraldo JL, Fu FH. The role of proprioception in the management and rehabilitation of athletic injuries. Am J Sports Med 1997; 25(1): 130-7.
12. Chung K, Lee E, Lee S. The effect of intrinsic foot muscle training on medial longitudinal arch and ankle stability in patients with chronic ankle sprain accompanied by foot pronation. Phys Ther Rehabil Sci 2016; 5: 78-83.
13. Moon DC, Kim K, Lee SK. Immediate effect of short-foot exercise on dynamic balance of subjects with excessively pronated feet. J Phys Ther Sci 2014; 26(1): 117-9.
14. Najafi M, Shojaedin S, Haddadnejad M, Barati AH. Effect of eight-week corrective exercises on the activity of involved muscles in ankle balance strategies in girls with lower limb pronation syndrome. J Rehab Med. 2018; 7(1): 77-87. [In Persian].
15. Goo YM, Kim DY, Kim TH. The effects of hip external rotator exercises and toe-spread exercises on lower extremity muscle activities during stair-walking in subjects with pronated foot. J Phys Ther Sci 2016; 28(3): 816-9.
16. Snyder KR, Earl JE, O'Connor KM, Ebersole KT. Resistance training is accompanied by increases in hip strength and changes in lower extremity biomechanics during running. Clin Biomech (Bristol, Avon) 2009; 24(1): 26-34.
17. Nejati P, Forugh B, Kuhpayezade J, Moeineddin R, Nejati M. Effects of foot orthoses on knee pain and function of female athletes with patellofemoral pain syndrome. J Adv Med Biomed Res 2009; 17(66): 49-60. [In Persian].
18. Holmes CF, Wilcox D, Fletcher JP. Effect of a modified, low-dye medial longitudinal arch taping procedure on the subtalar joint neutral position before and after light exercise. J Orthop Sports Phys Ther 2002; 32(5): 194-201.
19. Feltner ME, MacRae HS, MacRae PG, Turner NS, Hartman CA, Summers ML, et al. Strength training effects on rearfoot motion in running. Med Sci Sports Exerc 1994; 26(8): 1021-7.
20. Sadeghi Dehcheshme H, Tasoujian E, Omidi AR. The effect of eight weeks foot reflexology massage on balance and ankle

joint proprioception error in elderly men. Journal of Practical Studies of Biosciences in Sport 2016; 4(8): 123-35. [In Persian].
21. Hatami M, Shojaedin SS, Letafatkar A. Effect of six weeks of balance exercise protocol, taping, and mixed protocol on proprioception and functional performance in teenager boys' Volleyball players with chronic ankle instability. J Rehab Med 2018; 7(2): 23-32. [In Persian].
22. Khosravi Kaviz M, Rahnama N, Sahebalzamani M. The effect of eight weeks of training with balance board on neuromuscular variables of karate girls` ankle. Paramedical Sciences and Rehabilitation 2016; 6(2): 27-37. [In Persian].
23. Chougala A, Phanse V, Khanna E. Screening of body mass index and functional flatfoot in adult: An observational study. Int J Physiother Res 2015; 3(3): 1037-41.
24. Culik J, Marik I, Cerny EP. Biomechanics of leg deformity treatment. J Musculoskelet Neuronal Interact 2008; 8(1): 58-63.
25. Youdas JW, Hollman JH, Krause DA. The effects of gender, age, and body mass index on standing lumbar curvature in persons without current low back pain. Physiother Theory Pract 2006; 22(5): 229-37.
26. Saidi F, Rajabi R, Ebrahimi Takamejani E, Mosavi SJ. Reliability and validity of Iranian flexible ruler in lumbar spine curvature measurement. Journal of Movement Science and Sports 2010; 7(14): 31-8. [In Persian].
27. Ahmad Ali Dokht F. Effect of NASM corrective exercise on functional tests and Foot Posture Index (FPI) in children with flat foot [MSc Thesis]. Urmia, Iran: Urmia University; 2015. [In Persian].
28. Nobakht S, Seidi F, Rajabi R. A comparison of ankle joint position sense in female students with and without pronated and supinated foot. Journal of Sport Medicine 2016; 8(1): 99-113. [In Persian].
29. Musavi SH, Ghasemi B, Faramarzi M. The relationship between internal longitudinal foot arch with static and dynamic balance of 12-14 years male students. Sport Medicine 2009; 1(2): 107-25. [In Persian].
30. Dahle LK, Mueller MJ, Delitto A, Diamond JE. Visual assessment of foot type and relationship of foot type to lower extremity injury. J Orthop Sports Phys Ther 1991; 14(2): 70-4.
31. Barrett JR, Tanji JL, Drake C, Fuller D, Kawasaki RI, Fenton RM. High-versus low-top shoes for the prevention of ankle sprains in basketball players. A prospective randomized study. Am J Sports Med 1993; 21(4): 582-5.
32. Beynnon BD, Renstrom PA, Alosa DM, Baumhauer JF, Vacek PM. Ankle ligament injury risk factors: A prospective study of college athletes. J Orthop Res 2001; 19(2): 213-20.
33. O'Neill DB. Arthroscopically assisted reconstruction of the anterior cruciate ligament. A prospective randomized analysis of three techniques. J Bone Joint Surg Am 1996; 78(6): 803-13.
34. Demeritt KM, Shultz SJ, Docherty CL, Gansneder BM, Perrin DH. Chronic ankle instability does not affect lower extremity functional performance. J Athl Train 2002; 37(4): 507-11.
35. Thomas JR, Nelson JK, Silverman SJ. Research Methods in Physical Activity. Champaign, IL: Human Kinetics; 2001. p. 164-175.
36. Sholukha V, Salvia P, Hilal I, Feipel V, Rooze M, Jan SVS. Calibration and validation of 6 DOFs instrumented spatial linkage for biomechanical applications. A practical approach. Med Eng Phys 2004; 26(3): 251-60.
37. Karimizadeh Ardakani M, Alizade M, EbrahimiTakamjani E. The effect of 6-week hopping exercises program on joint position sense in athletes with functional ankle instability. J Res Rehabil Sci 2013; 9(3): 540-52. [In Persian].
38. Spanos S, Brunswic M, Billis E. The effect of taping on the proprioception of the ankle in a non-weight bearing position, amongst injured athletes. The Foot 2008; 18(1): 25-33.
39. Riemann BL, Myers JB, Lephart SM. Sensorimotor system measurement techniques. J Athl Train 2002; 37(1): 85-98.
40. Morrison KE, Kaminski TW. Foot characteristics in association with inversion ankle injury. J Athl Train 2007; 42(1): 135-42.
41. Mahdavi A, Hadadnezhad M, Eftekhari F. Effect of 6 week stretching training of Gastrocnemius-Soleus complex on dorsiflexion range of motion, ankle proprioception, knee valgus and function in athletes with limited dorsiflexion. Journal for Research in Sport Rehabilitation 2018; 6(11): 21-32. [In Persian].
42. Daneshmandi H, Saki F, Shahheidari S, Khoori A. Lower extremity Malalignment and its linear relation with Q angle in female athletes. Procedia Soc Behav Sc 2011; 15: 3349-54.
43. Akbari M, Mohammadi M, Saeedi H. Effects of rigid and soft foot orthoses on dynamic balance in females with flatfoot. Med J Islam Repub Iran 2007; 21(2): 91-7.
44. Wang D, Linn G. Structure of proprioceptive mechanisms in the regulation of stance. Progress in Brain Research. 2008: 41-8.
45. Sekir U, Yildiz Y, Hazneci B, Ors F, Aydin T. Effect of isokinetic training on strength, functionality and proprioception in athletes with functional ankle instability. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc 2007; 15(5): 654-64.

DOI: 10.22122/jrrs.v14i6.3411 Published by Vesnu Publications

The Effect of Systematic Corrective Exercises on the Ankle Proprioception in People with Functional Pronation Distortion Syndrome: A Randomized Controlled Clinical Trial Study

Ali Golchini[1], Nader Rahnama[2]

Original Article

Abstract

Introduction: Pronation distortion syndrome is one of the most common abnormalities in the lower extremity that causes distortions in the structures of the skeletal parts of the foot. The purpose of this study was to determine the effect of systematic corrective exercises on the ankle proprioception in people with functional pronation distortion syndrome.

Materials and Methods: In this randomized controlled clinical trial study, 30 volunteers who had pronation distortion syndrome were selected and randomly divided in to control and experimental groups. The experimental group performed corrective exercises for 12 weeks (3 sessions per week for one hour), while control group performed the routine exercises. Ankle proprioception (using electrogoniometer) was evaluated before and after the interventions. Data were analysed using independent and paired t tests.

Results: Following 12 weeks of corrective exercises, the experimental group showed significant improvement in ankle proprioception ($P = 0.001$); however, there was no significant change in control group ($P > 0.050$). In addition, there was a significant improvement in ankle proprioception in the experimental group compared to control group ($P < 0.001$).

Conclusion: It can be concluded that systematic corrective exercises improve ankle proprioception in patients with pronation distortion syndrome, and it may be recommended for these people.

Keywords: Pronation, Exercises, Proprioception, Posture

Citation: Golchini A, Rahnama N. **The Effect of Systematic Corrective Exercises on the Ankle Proprioception in People with Functional Pronation Distortion Syndrome: A Randomized Controlled Clinical Trial Study.** J Res Rehabil Sci 2018; 14(6): 366-74.

Received: 30.11.2018 Accepted: 29.01.2019 Published: 04.02.2019

1- PhD Candidate, Department of Sport Pathology and Corrective Exercise, School of Sports Sciences, University of Isfahan, Isfahan, Iran
2- Professor, Department of Sport Pathology and Corrective Exercise, School of Sports Sciences, Isfahan University, Isfahan, Iran
Corresponding Author: Ali Golchini, Email: ali.golchini@gmail.com