مجله علمی پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد
دوره بیست و نهم، شماره چهار، تیر ۱۴۰۰
تاریخ دریافت:۱۳۹۹/۰۱/۳۰
تاریخ پذیرش:۱۳۹۹/۰۹/۱۵

اثر تمرین طولانی‌مدت بر روی شن بر هم انقباضی عضلات مفصل مچ پای افراد دارای پرونیشن بیش از حد پا طی راه رفتن

امیر فتح‌الهی[۱]، امیرعلی جعفرنژاد گرو[۲*]

مقاله پژوهشی

مقدمه: پرونیشن پا می‌تواند منجر به آسیب‌های مختلفی در اندام تحتانی گردد. هدف از پژوهش حاضر، بررسی اثر تمرین طولانی مدت بر روی شن بر هم انقباضی عضلات مفصل مچ پای افراد دارای پرونیشن بیش از حد پا طی راه رفتن بود.

روش بررسی: پژوهش حاضر از نوع کارآزمایی بالینی شاهددار تصادفی بود. نمونه‌های آماری پژوهش حاضر شامل ۱۵ مرد با پرونیشن بیش از حد پا در گروه کنترل و ۱۵ مرد با پرونیشن بیش از حد پا در گروه تجربی بودند که به‌صورت در دسترس انتخاب شدند. طی پیش و پس‌آزمون از دستگاه الکترومایوگرافی ۸ کاناله جهت ثبت فعالیت عضلات طی راه رفتن استفاده شد. ۸ هفته تمرینات بر روی شن (سه جلسه در هفته) تنها در گروه تجربی انجام شد. از آزمون آنالیز واریانس دوسویه در نرم‌افزار SPSS version16 جهت تحلیل آماری در سطح معنی‌داری $P<۰/۰۵$ استفاده شد.

نتایج: یافته‌ها افزایش معنی‌داری را در هم انقباضی جهت‌دار مچ پا طی پس‌آزمون نسبت به پیش‌آزمون در گروه تجربی نشان داد ($p=۰/۰۳۴$). سایر مولفه‌های هم انقباضی مچ پا هیچگونه اختلاف معنی‌داری را طی پس‌آزمون درمقایسه با پیش‌آزمون نشان نداند ($P>۰/۰۵$).

نتیجه‌گیری: به‌نظر می‌رسد با افزایش هم انقباضی جهت‌دار عضلات مفصل مچ در نتیجه تمرین بر روی شن با بهبود پایداری در مفصل مچ پا همراه باشد. با وجود این، مطالعات بیشتری در این زمینه مورد نیاز می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: پرونیشن، شن، الکترومایوگرافی

IRCTID: IRCT20191211045704N1

ارجاع: فتح‌الهی امیر، جعفرنژاد گرو امیرعلی. **اثر تمرین طولانی مدت بر روی شن بر هم انقباضی عضلات مفصل مچ پای افراد دارای پرونیشن بیش از حد پا طی راه رفتن.** مجله علمی پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد ۱۴۰۰؛ ۲۹ (۴): ۸۰-۳۶۶۹.

۲و ۱- گروه مدیریت و بیومکانیک ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

***(نویسنده مسئول)؛ تلفن: ۰۹۱۰۵۱۴۶۲۱۴، پست الکترونیکی:** a.jafarnezhad@uma.ac.ir، **صندوق پستی: ۴۵۵۱۷۳۳۴۱۱**

[Downloaded from jssu.ssu.ac.ir on 2026-11-26]

[DOI: 10.18502/ssu.v29i4.6499]

مقدمه

راه رفتن یکی از فعالیت‌های پرتکرار روزانه است که بیشترین توجه متخصصین بیومکانیک و علوم توانبخشی را به خود اختصاص داده است. تعداد تکرار گام‌های راه رفتن می‌تواند بسته به‌شدت فعالیت افراد روزانه از زیر ۵۰۰۰ تکرار در افراد غیرفعال تا بیش از ۱۲۰۰۰ گام در افراد فعال متغیر باشد (۱). پرونیشن بیش از حد پا در زنجیره حرکتی بسته شامل ترکیبی از حرکات اورژن، اداکشن و پلانتارفلکشن مفصل مچ پا می‌باشد که به‌دنبال آن استخوان ناوی نیز افت پیدا می‌کند (۳, ۲). پرونیشن بیش از حد پا می‌تواند منجر به آسیب‌های مختلفی در ناحیه کمری و اندام تحتانی گردد (۴). به‌عنوان مثال گزارش شده است که پرونیشن بیش از حد پا ممکن است منجر به ایجاد درد کشککی‌رانی، تاندونیت آشیل و هم‌چنین درد در امتداد لبه داخلی ساق پا گردد (۵). فرهپور و همکاران (۲۰۱۶) گزارش کردند که پرونیشن بیش از حد پا باعث افزایش فشار و بار وارد بر مفاصل اندام تحتانی از سطح زمین طی راه رفتن می‌شود (۶, ۴). طی راه رفتن پرونیشن بیش از حد پا منجر به کاهش قوس طولی داخلی کف پا، افزایش چرخش داخلی استخوان درشت‌نی، افزایش ابداکشن ساق پا نسبت به ران، زانوی ضربدری و در نهایت افزایش فشار به رباط‌های مفصل زانو می‌شود (۸, ۷). Gray و همکاران (۹) در پژوهشی نشان دادند طی راه رفتن، عضلات ساق افراد دارای پرونیشن بیش از حد پا فعالیت بیشتری نسبت به ساختار طبیعی پا دارد. هم‌چنین افزایش فعالیت عضلات ایورتور در افراد دارای عارضه پرونیشن بیش از حد پا گزارش شده است (۱۰). امروزه از اطلاعات الکترومایوگرافی جهت نمایش رفتار عضلات به‌طور گسترده‌ای استفاده می‌شود و شناخت ما را در ارتباط با چگونگی کنترل دستگاه عصبی مرکزی در شرایط مختلف افزایش داده است (۱۲, ۱۱). الگوی مناسب فعالیت هم زمان عضلات آگونیست و آنتاگونیست و عملکرد این عضلات در اطراف مفاصل از نظر بیومکانیکی حائز اهمیت است، زیرا در حفظ ثبات و پایداری مفاصل نقش دارند (۱۳). هم‌انقباضی عضلانی به‌عنوان فعالیت همزمان عضلات مختلف عمل‌کننده حول یک مفصل تعریف می‌شود (۱۵, ۱۴). برای بررسی فعالیت گروه‌های عضلانی اطراف مفاصل، دو نوع هم‌انقباضی وجود دارد، یکی عمومی و دیگری جهت‌دار که عضلات آنتاگونیست و آگونیست اطراف مفصل با هم به صورت برابر فعالیت می‌کنند تا با حمایت مفصل نسبت به گشتاورهای اضافی، باعث حفظ پایداری و ثبات مفصل شوند (۱۶, ۱۵). هم‌چنین گزارش شده است که هم انقباضی جهت‌دار برای کاهش بارهای اضافی وارد بر مفصل، گشتاورهای خارجی مفصل را حمایت می‌کند (۱۶). در پژوهشی نشان دادند که در افراد با پرونیشن بیش از حد پا مفاصل اندام تحتانی دارای بی‌ثباتی و تحرک پذیری بالایی هستند، از طرفی افزایش هم انقباضی می‌تواند این بی‌ثباتی را در این افراد کنترل کند و آسیب‌های اندام تحتانی را کاهش دهد (۱۷). در نتیجه در این پژوهش هدف از درمان افزایش هم انقباضی طی تمرین روی سطح شن می‌باشد که می‌تواند برای افراد دارای پرونیشن بیش از حد پا مفید واقع گردد. راه رفتن در سطوح مختلف باعث ایجاد سازگاری می‌شود. از آنجا که شن غیرقابل پیش‌بینی، ناهموار و متحرک است، اهمیت ویژه‌ای در مکانیک، تغییر الگوی حرکت و کاهش بارهای اعمالی از سطح زمین را دارد (۱۹, ۱۸). شن باعث بهبود الگوی راه رفتن می‌شود و هم‌چنین یک منبع طبیعی، در دسترس و بدون هزینه است که می‌توان تمرینات اصلاحی بر روی شن را برای افراد پرونیشن بیش از حد پا تدوین کرد (۲۰). مطالعات پیشین اثر آنی راه رفتن روی سطح شن بر کینماتیک، کینتیک و فعالیت الکتریکی عضلات و میزان انرژی مصرفی را بررسی کردند که به ترتیب افزایش زاویه فلکسوری مفاصل ران و زانو در فازهای بارگذاری و اتکا، کاهش نیروی عکس‌العمل زمین در راستای قدامی-خلفی، کاهش گشتاور آزاد مثبت، کاهش نرخ بارگذاری عمودی، افزایش فعالیت عضلات اندام تحتانی و افزایش انرژی مصرفی روی سطح شن نسبت به سطح سخت را گزارش کردند (۲۱-۲۳). محققین، مطالعه‌ای که مکانیزم‌های کنترلی حرکت پا را از طریق هم انقباضی عضلات آگونیست و آنتاگونیست طی تمرین روی سطح شن در افراد دارای پرونیشن بیش از حد پا مشخص کرده باشد، پیدا نکردند، به

[Downloaded from jssu.ssu.ac.ir on 2026-11-26]

[DOI: 10.18502/ssu.v29i4.6499]

همین دلیل یافتن شیوه‌های درمانی مناسب جهت پیشگیری از وقوع آسیب طی راه رفتن به‌ویژه در افراد با پرونیشن بیش از حد پا و بهبود این عارضه در این افراد ضرورت و اهمیت دارد. هم‌چنین در گذشته از روش‌هایی نظیر کفش، ارتزیس، تیپینگ و یا تقویت عضلات ضعیف شده و کشش عضلات کوتاه شده ناحیه مچ پا (۲۵, ۲۴) برای درمان پرونیشن بیش از حد پا استفاده شده است. بنابراین هدف از پژوهش حاضر، اثر تمرین طولانی مدت بر روی شن بر هم انقباضی عضلات مفصل مچ پای افراد دارای پرونیشن بیش از حد پا طی راه رفتن می‌باشد.

روش بررسی

پژوهش حاضر از نوع کارآزمایی بالینی شاهددار تصادفی بود. پژوهش حاضر بخشی از یک طرح بزرگ بوده و نتایج مربوط به دویدن این طرح در مقاله‌ای با عنوان "اثر تمرین روی سطح شن بر هم انقباضی جهت‌دار و عمومی عضلات مفصل مچ پا طی دویدن" در دوماهنامه طب توابخشی دانشگاه شهید بهشتی مورد پذیرش قرار گرفته است. نمونه‌ها به‌طور در دسترس انتخاب شدند. نرم‌افزار G * Power 3/1 نشان داد که حداقل تعداد نمونه مورد نیاز جهت دستیابی به توان آماری ۰/۸ در اندازه اثر برابر ۰/۷ با سطح آلفا ۰/۰۵ برای متغیر هم انقباضی مفصل زانو برابر با ۱۵ نفر در گروه کنترل و ۱۵ نفر در گروه تجربی می‌باشد (۲۵). نمونه آماری پژوهش حاضر شامل ۱۵ مرد با پرونیشن بیش از حد پا در گروه کنترل با میانگین سن، جرم و قد به ترتیب برابر ۲۲/۳۶±۲/۳۴ سال، ۷۲/۴۰±۱۱/۱۸ کیلوگرم و ۱۷۲/۷۶±۸/۳۷ متر و ۱۵ مرد با پرونیشن بیش از حد پا در گروه تجربی با میانگین سن، جرم و قد به ترتیب برابر ۲۲/۸۶±۲/۱۲ سال، ۷۳/۹۰±۱۱/۶۱ کیلوگرم و ۱۷۴/۷۶±۷/۱۲ متر بود که به صورت تصادفی در دو گروه تخصیص داده شدند و به طور داوطلبانه در این مطالعه شرکت کردند (جدول ۱). جهت قرار دادن تصادفی آزمودنی‌ها در دو گروه کنترل و تجربی اسامی هر آزمودنی بر روی یک کاغذ نوشته شده و سپس کاغذها تا شده در یک ظرف قرار گرفتند. بعد از تکان دادن ظرف، اسامی آزمودنی‌ها از داخل ظرف یکی یکی استخراج شده و شماره‌های زوج در گروه کنترل و شماره‌های فرد در گروه تجربی به صورت یک در میان قرار گرفتند. معیارهای ورود به آزمون شامل جنسیت مذکر، پرونیشن بیش از حد پا و رده سنی بین ۱۸ تا ۳۰ سال بود. معیارهای خروج از آزمون شامل سابقه جراحی، سوختگی، شکستگی، مشکلات عصبی- عضلانی، آسیب یا ضربات جدی در اندام تحتانی مانند پیچ‌خوردگی مفصل مچ پا و استفاده از اندام مصنوعی در مچ پا، زانو و ران، ناهنجاری‌های ساختاری و عملکردی مانند زانوی ضربدری، پرانتزی و اختلاف طول اندام بیشتر از ۵ میلیمتر، استفاده از هر گونه ارتز و کفش طبی، دیابت و بیماری‌های عصبی-عضلانی بود که این اطلاعات از طریق پرسش‌نامه عمومی و به‌صورت شفاهی از آزمودنی‌ها دریافت شد. تمرین روی سطح شن (۲۶) برای آزمودنی‌های گروه تجربی طی ۸ هفته (سه جلسه در هفته) که شامل دویدن آرام، گام بلند، پریدن، لی لی کردن و دویدن سریع بود، اعمال شد (جدول۱،۲). هر جلسه با گرم کردن و تمرینات کششی به مدت ۵ دقیقه آغاز و با سرد کردن به مدت ۵ دقیقه پایان یافت (۲۶). مدت زمان هر جلسه تمرین ۵۰ دقیقه بود (۲۶). برای آزمودنی‌های گروه کنترل هیچ گونه تمرین و فعالیتی ورزشی طی ۸ هفته اجرای پژوهش اعمال نشد. کلیه آزمودنی‌ها به صورت نمونه در دسترس از بین دانشجویان دانشگاه محقق اردبیلی، شهرستان اردبیل انتخاب شدند. از روش افتادگی استخوان ناوی برای تشخیص آزمودنی‌های پرونیشن بیش از حد پا دو گروه استفاده شد. از آزمودنی‌ها خواسته شد روی یک صندلی قرار بگیرند و پای خود را در حالت بی‌وزنی قرار دهند .سپس پای فرد در حالت طبیعی مفصل تحت قاپی قرار داده شد، به‌طوری که محقق انگشت شست خود را زیر قوزک داخلی قرار می‌داد و فرد به آرامی پا را به داخل و خارج می‌چرخاند تا انگشت اشاره و شست محقق در یک راستا قرار گیرد. در این حالت ابتدا زائده ناوی علامت زده شد و سپس فاصله بین برجستگی ناوی و کف با خط‌کش اندازه‌گیری شد. سپس از آزمودنی خواسته شد در وضعیت ایستاده قرار گیرد و به‌طور مساوی وزن خود را روی دو پا توزیع کند. در این حالت نیز ارتفاع ناوی از کف اندازه‌گیری شد. درصورتی‌که اختلاف

[Downloaded from jssu.ssu.ac.ir on 2026-11-26]

[DOI: 10.18502/ssu.v29i4.6499]

انـدازه‌هـای این دو حالت نه تا پنج میلی‌متر بـود، کـف پـای فـرد نرمـال و اگـر مساوی و یـا بیشتر از ۱۰ میلـی‌متر مـی‌شد، فرد دارای پرونیشن بیش از حد پا منعطف بود (۲۰). در نهایت ۱۵ آزمودنی در گروه کنترل و ۱۵ آزمودنی در گروه تجربی که به‌صورت تصادفی انتخاب شدند در این پژوهش شرکت نمودند. پای برتر آزمودنی‌ها توسط آزمون شوت نمودن توپ مشخص گردید، به این صورت که آزمودنی در این حرکت بیشتر از پای غالب خود برای شوت نمودن توپ استفاده می‌کند (۲۰). تمام آزمودنی‌ها راست‌پا بودند. پس از توجیه آزمودنی‌ها و هم‌چنین ذکر نکات و آموزش‌هایی که در روند انجام تحقیق و جمع‌آوری داده‌ها تداخلی ایجاد نمی‌کرد، از فرد خواسته شد که لباس ورزشی بپوشد و برای جلوگیری از آسیب، قبل از اجرای تست، گرم کردن اولیه را انجام دهد. با استفاده از دستگاه الکترومایوگرافی (Bio system, UK) ۸ کاناله و با الکترود سطحی فعالیت عضلات مورد بررسی قرار گرفت. به منظور ثبت امواج الکترومایوگرافی سطحی ابتدا موهای سطوح مورد نظر تراشیده و پوست با پنبه و الکل آماده الکترودگذاری شد. فاصله مرکز تا مرکز الکترودها ۲۰ میلی‌متر بود. سیگنال‌های الکتریکی با فرکانس ۱۰۰۰ هرتز، پهنای باند ۵۰۰ هرتز ثبت شد و سپس با فیلترهای پایین‌گذر ۵۰۰ هرتز و بالاگذر ۱۰ هرتز و فیلتر ۵۰ هرتز ناچ نویزهای موجود حذف شد. از آنجا که فعالیت عضلات اندام تحتانی با ساختار پا و آسیب اندام تحتانی مرتبط است، ثبت فعالیت الکتریکی عضلات ساقی قدامی، دوقلوی داخلی در فرکانس نمونه برداری ۱۰۰۰ هرتز برای محاسبه هم انقباضی مفصل مچ پا صورت گرفت (۲۰). عمل الکترودگذاری با روش SENIAM روی نقاط مد نظر برای ثبت داده ها انجام شد (۲۰). بعد از کامل شدن فرایند الکترودگذاری از آزمودنی خواسته شد تا در محیط آزمایشگاه چند گام راه برود و از این طریق محدودیت‌های احتمالی از طریق الکترودها که ممکن بود برای آزمودنی ایجاد شود، شناسایی و رفع شد. سپس آزمودنی‌های دو گروه سه آزمون راه رفتن با پای برهنه را به‌طور طبیعی طی پیش‌آزمون و پس‌آزمون انجام دادند که میانگین این سه تریال برای تجزیه و تحلیل داده‌ها استفاده شد (تصویر۱).

جدول ۱: اطلاعات دموگرافیک آزمودنی‌های دو گروه کنترل و تجربی پژوهش حاضر

متغیر	گروه کنترل	گروه تجربی	سطح معناداری
سن (سال)	۲۲/۳۶±۲/۳۴	۲۲/۸۶ ±۲/۱۲	۰/۹۴۱
قد (سانتی‌متر)	۱۷۲/۷۶±۸/۳۷	۱۷۴/۷۶±۷/۱۲	۰/۷۵۰
جرم (کیلوگرم)	۷۲/۴۰±۱۱/۱۸	۷۳/۹۰±۱۱/۶۱	۰/۸۸۹
شاخص توده بدن (کیلوگرم/متر مربع)	۲۴/۳۸±۴/۲۹	۲۴/۲۷±۳/۹۷	۰/۹۰۲
شاخص پاسچر پا	۱۱/۰±۰/۲	۱۱/۱±۰/۳	۰/۹۳۵

- سطح معنی‌داری۰/۰۵>P آزمون آماری: تی مستقل

جدول ۲: پروتکل تمرین روی سطح شن گروه تجربی (افراد دارای پرونیشن بیش از حد پا) شامل دویدن آرام، گام بلند، پریدن، لی لی کردن و دویدن سریع

شماره	نوع تمرین	مدت تمرین	تکرار تمرین	مسافت اجرای تمرین	ریکاوری
۱	دویدن آرام	۲۰ دقیقه	-	۵۰ متر	-
۲	گام بلند	۳ دقیقه	۲-۳ تکرار	۵۰ متر	۱ دقیقه
۳	پریدن	۳ دقیقه	۲-۳ تکرار	۳۰ متر	۱ دقیقه
۴	لی لی کردن	۳ دقیقه	۲-۳ تکرار	۳۰ متر	۱ دقیقه
۵	دویدن سریع	۶ دقیقه	۳-۵ تکرار	۲۵ متر	۲ دقیقه

[Downloaded from jssu.ssu.ac.ir on 2026-11-26]

[DOI: 10.18502/ssu.v29i4.6499]



شکل ۱: محل نصب الکترودها

برای تجزیه و تحلیل داده‌های حاصل از الکترومایوگرافی، از نرم افزار Biometrics DataLITE و فیلتر میان گذر ۱۰ تا ۴۵۰ هرتز استفاده شد. برای نرمال کردن سیگنال‌های الکترومایوگرافی، اطلاعات RMS (Root mean square) هر عضله برای نرمال سازی داده‌ها به مقدار حداکثر انقباض ارادی ایزومتریک (MVIC) آن عضله تقسیم و سپس در عدد صد ضرب گردید. برای این منظور هر عضله حداکثر فعالیت الکتریکی در بازه زمانی ۱ ثانیه ثبت شده و از آن به عنوان خط پایه (base line) جهت مقایسه‌ها استفاده گردید. فعالیت عضلات در هر مرحله به عنوان ٪ از خط پایه بیان گردید. با توجه به کیفیت سیگنال‌های حاصل از کلیدهای پایی، سیگنال stride سوم به بعد راه رفتن مورد مطالعه قرار گرفت. برای تعیین مقادیر هم انقباضی جهت‌دار و هم انقباضی عمومی در فازهای مختلف راه رفتن از روابط زیر استفاده شد (۱۶).

هم انقباضی جهت‌دار = ۱- میانگین فعالیت عضلات آنتاگونیست / میانگین فعالیت عضلات آگونیست

(میانگین فعالیت عضله آنتاگونیست< میانگین فعالیت عضله آگونیست)

هم انقباضی جهت = میانگین فعالیت عضلات آگونیست / میانگین فعالیت عضلات آنتاگونیست

(میانگین فعالیت عضله آنتاگونیست>میانگین فعالیت عضله آگونیست) = هم انقباضی عمومی مجموع میانگین فعالیت تمام عضلات مفصل در هم انقباضی جهت‌دار هر چه عدد به دست آمده به صفر نزدیک‌تر باشد، میزان هم انقباضی بیشتر و هرچه عدد به ۱ و ۱- نزدیک‌تر باشد، میزان هم انقباضی کاهش می‌یابد (۱۶).

تجزیه و تحلیل آماری

تجزیه و تحلیل داده‌ها از طریق نرم‌افزار SPSS version 16 انجام شد. نرمال بودن داده‌ها توسط آزمون شاپیروویلک بررسی شد (P<۰/۰۵). از آزمون آنالیز واریانس دوسویه برای مقایسه دو گروه استفاده شد. جهت محاسبه اندازه اثر (d) از رابطه زیر استفاده شد (۲۰):

اندازه اثر (d)= اختلاف میانگین دو شرایط / میانگین انحراف استاندارد دو شرایط

ملاحظات اخلاقی

پروتکل تحقیق توسط کمیته اخلاق دانشگاه علوم پزشکی اردبیل با شماره IR.ARUMS.REC.1398.484 تصویب تمام موارد اجرای پژوهش مطابق با اعلامیه هلسینکی نظیر ملاحظات اخلاقی، شرکت آگاهانه و داوطلبانه و جلوگیری از بروز خطرات احتمالی انجام شد (۲۷).

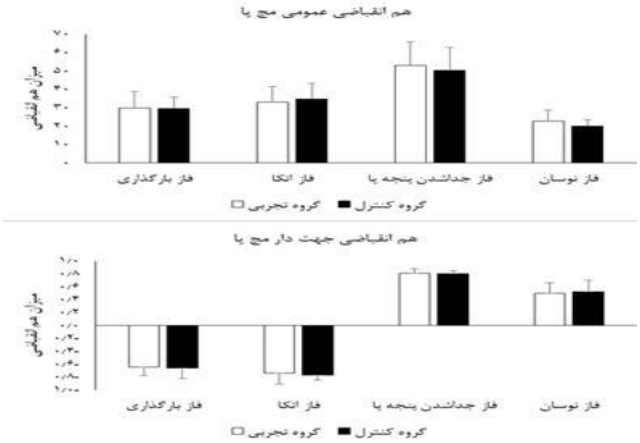
نتایج

پژوهش حاضر بخشی از یک طرح بزرگ بوده و نتایج مربوط به دویدن این طرح در مقاله‌ای با عنوان "اثر تمرین روی سطح شن بر هم انقباضی جهت‌دار و عمومی عضلات مفصل مچ پا طی دویدن" در دو ماهنامه طب توابخشی دانشگاه شهید بهشتی مورد پذیرش قرار گرفته است. مقایسه آماری عدم وجود اختلاف معنی‌داری را بین پیش‌آزمون‌های دو گروه کنترل و تجربی نشان داد (نمودار ۱). نتایج پژوهش حاضر اختلاف معنی‌داری را در اثر عامل زمان برای هم انقباضی جهت‌دار دورسی‌فلکسوری-پلانتارفلکسوری مفصل مچ پا (p=۰/۰۰۶) طی فاز اتکای راه رفتن نشان داد (جدول ۳). نتایج، افزایش معنی‌داری را در هم انقباضی جهت‌دار دورسی‌فلکسوری-پلانتارفلکسوری مفصل مچ پا طی فاز اتکای راه رفتن در اثر عامل زمان دو گروه در پس‌آزمون نسبت به پیش‌آزمون نشان داد (p=۰/۰۰۶) (جدول ۳). با توجه به نتایج پژوهش حاضر اختلاف معنی‌داری بین دو گروه کنترل و تجربی در هم انقباضی جهت‌دار دورسی‌فلکسوری-پلانتارفلکسوری مفصل مچ پا (p=۰/۰۲۰) طی فاز اتکای راه رفتن مشاهده شد (جدول ۳). نتایج نشان داد،

[Downloaded from jssu.ssu.ac.ir on 2026-11-26]

[DOI: 10.18502/ssu.v29i4.6499]

هم‌انقباضی جهت‌دار دورسی‌فلکسوری-پلانتارفلکسوری مفصل مچ پا طی فاز اتکای راه رفتن در گروه تجربی نسبت به گروه کنترل افزایش معنی‌داری را دارا می‌باشد (p=۰/۰۲۰) (جدول ۳). هم‌چنین اختلاف معنی‌داری در بررسی اثر تعاملی زمان و گروه در هم انقباضی جهت‌دار دورسی‌فلکسوری-پلانتارفلکسوری مفصل مچ پا (p=۰/۰۳۴) طی فاز اتکای راه رفتن مشاهده شد (جدول ۳). بدون در نظر گرفتن گروه کنترل، مقایسه زوجی گروه تجربی افزایش معنی‌داری را در هم انقباضی جهت‌دار دورسی‌فلکسوری-پلانتارفلکسوری مفصل مچ پا در پس‌آزمون نسبت به پیش‌آزمون طی تمرین روی سطح شن نشان داد (p=۰/۰۱۴) (جدول ۳). هم انقباضی عمومی مفصل مچ پا (P>۰/۰۵) در فازهای بارگذاری، اتکا، جداشدن پنجه پا و نوسان راه رفتن بین دو گروه کنترل و تجربی طی تمرین روی شن هیچگونه اختلاف معنی‌داری را نشان نداد (جدول ۲). هم‌چنین هم انقباضی جهت‌دار دورسی‌فلکسوری-پلانتارفلکسوری مفصل مچ پا در فازهای بارگذاری، جداشدن پنجه پا و نوسان راه رفتن بین دو گروه کنترل و تجربی طی تمرین روی شن هیچگونه اختلاف معنی‌داری را نشان نداد (P>۰/۰۵) (جدول ۳).



نمودار ۱: میانگین و انحراف استاندارد متغیرهای هم انقباضی بین پیش‌آزمون‌های دوگروه کنترل و تجربی

* سطح معنی‌داری۰/۰۵>P

جدول ۳: میانگین و انحراف استاندارد متغیرهای هم انقباضی بین دو گروه کنترل و تجربی طی تمرین روی سطح شن

متغیرها		گروه کنترل			گروه تجربی			سطح معنی‌داری		
	فاز	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	اندازه اثر	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	اندازه اثر	اثر عامل زمان	اثر عامل گروه	اثر متقابل زمان و گروه
هم انقباضی عمومی مچ پا	بارگذاری	۲۹/۵۶±۶/۲۴	۳۰/۹۳±۵/۸۳	۰/۲۲	۲۹/۸۱±۸/۹۳	۳۲/۱۶±۹/۲۴	۰/۲۵	۰/۲۳۹	۰/۷۵۴	۰/۷۵۵
	اتکا	۳۴/۵۶±۸/۴۸	۳۵/۳۶±۸/۰۸	۰/۰۹	۳۳/۰۳±۸/۵۳	۳۲/۹۱±۹/۸۵	۰/۰۲	۰/۸۶۳	۰/۴۳۷	۰/۸۱۵
	جداشدن پنجه پا	۵۰/۱۸±۱۲/۵۷	۵۶/۲۸±۱۴/۹۰	۰/۴۴	۵۲/۸۹±۱۲/۹۱	۵۱/۵۳±۱۳/۴۴	۰/۱۱	۰/۴۵۵	۰/۷۹۱	۰/۲۴۳
	نوسان	۱۹/۸۲±۳/۶۰	۲۱/۳۵±۴/۴۲	۰/۳۸	۲۲/۵۴±۶/۰۲	۲۱/۸۵±۴/۳۲	۰/۱۳	۰/۶۶۷	۰/۲۶۳	۰/۲۶۰
هم انقباضی جهت‌دار مچ پا	بارگذاری	-۰/۶۶±۰/۱۷	-۰/۶۳±۰/۲۲	۰/۱۵	-۰/۶۵±۰/۱۳	-۰/۶۸±۰/۱۶	۰/۲۱	۰/۷۸۲	۰/۷۰۹	۰/۴۰۳
	اتکا	-۰/۷۷±۰/۰۸	-۰/۷۳±۰/۱۲	۰/۴	-۰/۷۴±۰/۱۷	-۰/۴۹±۰/۳۱	۱/۰۴	*۰/۰۰۶	*۰/۰۲۰	*۰/۰۳۴
	جداشدن پنجه پا	۰/۸۰±۰/۰۵	۰/۸۳±۰/۰۵	۰/۶	۰/۸۱±۰/۰۷	۰/۷۹±۰/۱۱	۰/۲۲	۰/۷۵۴	۰/۶۳۸	۰/۰۶۰
	نوسان	۰/۵۲±۰/۱۸	۰/۴۶±۰/۲۱	۰/۳۰	۰/۵۰±۰/۱۶	۰/۴۷±۰/۲۴	۰/۱۵	۰/۲۱۴	۰/۹۸۵	۰/۵۶۰

*سطح معنی‌داری۰/۰۵>P آزمون آماری: آنالیز واریانس دو سویه

[Downloaded from jssu.ssu.ac.ir on 2026-11-26]
[DOI: 10.18502/ssu.v29i4.6499]

بحث

پژوهش حاضر بخشی از یک طرح بزرگ بوده و نتایج مربوط به دویدن این طرح در مقاله‌ای با عنوان "اثر تمرین روی سطح شن بر هم انقباضی جهت‌دار و عمومی عضلات مفصل مچ پا طی دویدن" در دو ماهنامه طب توابخشی دانشگاه شهید بهشتی مورد پذیرش قرار گرفته است. هدف از پژوهش حاضر، اثر تمرین طولانی‌مدت بر روی شن بر هم انقباضی عضلات مفصل مچ پای افراد دارای پرونیشن بیش از حد پا طی راه رفتن می‌باشد. نتایج این تحقیق نشان داد که هم انقباضی جهت‌دار مفصل مچ پا در گروه تجربی طی پس‌آزمون نسبت به پیش‌آزمون بیشتر است. طی راه رفتن در فاز تماس پاشنه پا با زمین، پاشنه پا تمایل به اورژن در مفصل تحت قاپی دارد که به دنبال آن استخوان تیبیا به سمت داخل می‌چرخد تا به خوبی باعث جذب شوک در این فاز شود (۲۸). Williams و همکاران (۲۹) نشان دادند که در افراد پرونیشن بیش از حد پا میزان اورژن مفصل تحت قاپی افزایش پیدا می‌کند. به عنوان مثال پژوهش‌های متعددی بر افزایش میزان اورژن مفصل تحت قاپی در مرحله استانس راه رفتن در افراد پرونیشن بیش از حد پا و از طرفی بر کاهش ارتفاع قوس طولی داخلی کف پا در سیکل راه رفتن این افراد تاکید کرده‌اند (۳۱, ۳۰). یکی از نقش‌های عضله ساقی قدامی، حفظ قوس طولی داخلی کف پا است (۳۲). با توجه به وظیفه عضله ساقی قدامی در حرکت اینورژن مفصل تحت قاپی و اینکه حرکت اینورژن مخالف با حرکت اورژن مفصل تحت قاپی است، می‌توان بیان کرد که افزایش فعالیت عضله ساقی قدامی در افراد پرونیشن بیش از حد پا باعث جلوگیری از پرونیشن اضافی پا و حفظ ارتفاع قوس طولی داخلی کف پا می‌شود. هم‌چنین محققین گزارش کردند که فعالیت عضله دوقلوی داخلی در افراد پرونیشن بیش از حد پا نسبت به افراد سالم بیشتر است (۹) که به صورت غیر مستقیم با نتایج تحقیق حاضر همسو می‌باشد. با این که در پژوهش حاضر فعالیت عضله ساقی قدامی و دوقلوی داخلی در دو گروه طی پیش‌آزمون و پس‌آزمون مقایسه نشده است ولی با توجه به این که در فاز اتکای راه رفتن عضله ساقی قدامی آگونیست و عضله دوقلوی داخلی آنتاگونیست این حرکت می‌باشد (۳۳) و در این فاز هم انقباضی جهت‌دار مفصل مچ پا از تقسیم عضله آگونیست بر آنتاگونیست و اختلاف این عدد از یک محاسبه می‌شود و هم‌چنین در این فاز میانگین فعالیت عضله آنتاگونیست (دوقلوی داخلی) بزرگتر از میانگین فعالیت عضله آگونیست (ساقی قدامی) می‌باشد (۱۶). نتایج پژوهش حاضر نشان داد در گروه تجربی هم انقباضی جهت‌دار مفصل مچ پا طی پس‌آزمون نسبت به پیش‌آزمون کاهش معنی‌داری را دارد که هر چه هم انقباضی جهت‌دار به صفر نزدیک‌تر باشد، میزان هم انقباضی بیشتر و هرچه عدد به ۱ و ۱- نزدیک‌تر باشد، میزان هم انقباضی کاهش می‌یابد (۱۶). در نتیجه با توجه به مطالب ذکر شده می‌توان بیان کرد که این افزایش می‌تواند ناشی از افزایش فعالیت عضله ساقی قدامی یا کاهش فعالیت عضله دوقلوی داخلی باشد. به‌طور کلی می‌توان بیان کرد افزایش فعالیت عضله ساقی قدامی یا کاهش فعالیت عضله دوقلوی داخلی در افراد با پرونیشن بیش از حد پا نشان از اثرات مثبت تمرین روی شن در گروه تجربی بوده است. افزایش هم انقباضی جهت دار در مفصل مچ پا طی تمرین روی سطح شن می‌تواند بر بی ثباتی و حرکت پذیری مفصل مچ پای افراد با پرونیشن بیش از حد پا مفید واقع گردد (۳۴). هم‌چنین در پژوهشی نشان دادند که راه رفتن بر روی سطح شن نیاز به تلاش بسیار زیادی نسبت به سطح سخت دارد که به‌دنبال آن فعالیت عضلات افزایش یافته و این امر موجب تقویت، تحمل و پایداری عضلات می‌شود (۲۶, ۲۰). نتایج پژوهش حاضر افزایش معنی‌داری را در هم انقباضی جهت دار دورسی‌فلکسوری-پلانتارفلکسوری مفصل مچ پا افراد با پرونیشن بیش از حد پا طی تمرین روی سطح شن در فاز اتکای راه رفتن نشان داد. احتمالاً این افزایش بر اثر مکانیسم سطح شن که تقویت و پایداری عضلات است، باشد. با این حال برای بررسی دقیق‌تر این موضوع نیاز به تحقیقات بیشتری است. Powell و همکاران (۳۰) گزارش کردند که در فاز اتکای راه رفتن، افراد دچار پرونیشن بیش از حد پا دارای بی ثباتی و حرکت‌پذیری بالایی هستند. در نتیجه برای حفظ بیشتر ثبات در پا و

[Downloaded from jssu.ssu.ac.ir on 2026-11-26]

[DOI: 10.18502/ssu.v29i4.6499]

جلوگیری از حرکات اضافی مفصل مچ پا، عضلات ساق افراد دچار پرونیشن بیش از حد پا میزان هم انقباضی بیشتری را نیاز دارند که با نتایج تحقیق حاضر همسو است. نتایج پژوهش حاضر نشان داد افراد دچار پرونیشن بیش از حد پا در گروه تجربی طی تمرین روی شن در فاز اتکای راه رفتن طی پس‌آزمون نسبت به پیش‌آزمون افزایش معنی‌داری را در هم انقباضی جهت‌دار مفصل مچ پا دارند. با توجه به این که هم انقباضی جهت‌دار هر چه به صفر نزدیک‌تر باشد، میزان هم انقباضی بیشتر و هرچه عدد به ۱ و ۱- نزدیک‌تر باشد، میزان هم انقباضی کاهش می‌یابد (۱۶). در نتیجه می‌توان بیان کرد که هم انقباضی جهت‌دار مفصل مچ پا طی تمرین روی شن افزایش پیدا کرده یا به عبارتی به صفر نزدیک‌تر شده است. با توجه به مطالب ذکر شده می‌توان بیان کرد که بی ثباتی و حرکت پذیری مفصل مچ پای افراد پرونیشن بیش از حد پا طی فاز اتکای راه رفتن با افزایش هم انقباضی در این مفصل طی تمرین روی شن کاهش پیدا کرده است. به بیان دیگر تمرین روی شن در افراد پرونیشن بیش از حد پا باعث کاهش بی‌ثباتی و حرکت‌پذیری مفصل مچ پای این افراد طی راه رفتن می‌شود. Heiden و همکاران (۱۶) کاهش هم‌انقباضی را به عنوان یک مکانیسم خطرناک گزارش کردند که با نتایج تحقیق حاضر همسو نیست. نتایج پژوهش حاضر افزایش معنی‌داری را در هم انقباضی جهت‌دار مفصل مچ پا در فاز اتکای راه رفتن طی پس‌آزمون نسبت به پیش‌آزمون در گروه تجربی نشان داد. در نتیجه می‌توان بیان کرد که افزایش هم انقباضی جهت‌دار مفصل مچ پا طی تمرین روی شن در گروه تجربی از خطرات ناشی از کاهش هم انقباضی در مفصل جلوگیری می‌کند که نشان از اثرات مثبت این نوع تمرینات در افراد پرونیشن بیش از حد پا است. Twomey و همکاران (۳۴) نشان دادند که در فاز بارگذاری راه رفتن، میزان اورژن قسمت rear-foot افراد نرمال نسبت به افراد پرونیشن بیش از حد پا کمتر است. با توجه به عدم وجود اختلاف معنی‌داری از لحاظ عملکرد هم انقباضی عضلانی می‌توان بیان کرد که حرکت اضافی rear-foot در زیر فاز بارگذاری راه رفتن منشاء عضلانی ندارد و عضلات کنترلی روی اورژن این قسمت ندارند. پژوهش حاضر دارای محدودیت‌هایی بود که می‌توان به عدم ثبت داده‌های کینماتیک، عدم بررسی جنس مونث، عدم اطمینان از استراحت و خواب کافی آزمودنی‌ها و عدم اطمینان از مطلوب بودن شرایط روحی آزمودنی‌ها در روز آزمون اشاره کرد.

نتیجه‌گیری

نتایج این مطالعه نشان داد، مقدار هم انقباضی جهت‌دار مفصل مچ پا طی تمرین روی شن در گروه تجربی افزایش معنی‌داری را داشته است. بنابراین به نظر می‌رسد با افزایش هم انقباضی در مفصل مچ پا، خطرات ناشی از کاهش هم انقباضی در مفصل مچ پا و هم‌چنین بی ثباتی و متحرک بودن مفصل مچ پا در افراد پرونیشن بیش از حد پا طی تمرین روی شن کاهش پیدا کرده است. از طرفی افزایش فعالیت ساقی قدامی و یا کاهش فعالیت عضله دوقلوی داخلی از پرونیشن بیش از حد افراد دارای پای پرونیت طی تمرین روی شن جلوگیری کرده است. البته برای اظهار نظر دقیق‌تر، نیاز به بررسی بیشتر ضروری است.

سپاس‌گزاری

این مقاله حاصل از پایان‌نامه کارشناسی ارشد اقای امیر فتح‌اللهی در دانشگاه محقق اردبیلی می‌باشد. بدین وسیله از دست‌اندرکاران دانشگاه و دانشجویان مشارکت‌کننده در تحقیق صمیمانه تشکر می‌نماییم.

حامی مالی: حمایت مالی از این پژوهش توسط دانشگاه محقق اردبیلی انجام شد.

تعارض در منافع: وجود ندارد.

[Downloaded from jssu.ssu.ac.ir on 2026-11-26]

[DOI: 10.18502/ssu.v29i4.6499]

References:

1- Zoellner J, Connell C, Powers A, Avis-Williams A, Yadrick K, Bogle ML. ***Does a Six-Month Pedometer Intervention Improve Physical Activity and Health among Vulnerable African Americans***? a Feasibility Study. J Phys Act Health 2010; 7(2): 224-31.

2- Prentice WE. ***Rehabilitation Techniques for Sports Medicine and Athletic Training***. 6th Ed England: SLACK Publisher; 2004: 54-65.

3- Razeghi M, Batt MEJG. ***Foot Type Classification: A Critical Review of Current Methods*** 2002; 15(3): 282-91.

4- Farahpour N, Jafarnezhad A, Damavandi M, Bakhtiari A, Allard P. ***Gait Ground Reaction Force Characteristics of Low Back Pain Patients with Pronated Foot and Able-Bodied Individuals with and without Foot Pronation***. J Biomech 2016; 49(9): 1705-10.

5- Herb CC, Chinn L, Dicharry J, Mckeon PO, Hart JM, Hertel J. ***Shank-Rearfoot Joint Coupling with Chronic Ankle Instability.*** J Applied Biomech 2014; 30(3): 366-72.

6- Farahpour N, Jafarnezhadgero A, Allard P, Majlesi M. ***Muscle Activity and Kinetics of Lower Limbs During Walking in Pronated Feet Individuals with and without Low Back Pain***. J Electromyogr Kinesiol 2018; 39: 35-41.

7- Jafarnezhadgero AA, Shad MM, Majlesi M. ***Effect of Foot Orthoses on the Medial Longitudinal Arch in Children with Flexible Flatfoot Deformity: A Three-Dimensional Moment Analysis***. Gait & Posture 2017; 55: 75-80.

8-Levinger P, Gilleard WL, Sprogis K. ***Frontal Plane Motion of the Rearfoot During a One-Leg Squat in Individuals with Patellofemoral Pain Syndrome.*** J Am Podiatr Med Assoc 2006; 96(2): 96-101.

9-Gray EG, Basmajian JV. ***Electromyography and Cinematography of Leg and Foot ("Normal" and Flat) During Walking.*** Anat Rec 1968; 161(1): 1-15.

10-Murley GS, Menz HB, Landorf KB. ***Foot Posture Influences the Electromyographic Activity of Selected Lower Limb Muscles during Gait***. J Foot Ankle Res 2009; 2(1): 35.

11-Pires R, Falcari T, Campo AB, Pulcineli BC, Hamill J, Ervilha UF. ***Using A Support Vector Machine Algorithm to Classify Lower-Extremity EMG Signals during Running Shod/Unshod with Different Foot Strike Patterns***. J Appl Biomech 2018; 35(1): 87-90.

12-Chalard A, Belle M, Montané E, Marque P, Amarantini D, Gasq D. ***Impact of the EMG Normalization Method on Muscle Activation and the Antagonist-Agonist Co-Contraction Index during Active Elbow Extension: Practical Implications for Post-Stroke Subjects.*** J Electromyogr Kinesi 2020; 51: 102403.

13-Hubley-Kozey C, Deluzio K, Dunbar Mjcb. ***Muscle Co-Activation Patterns during Walking in Those With Severe Knee Osteoarthritis***. Clinical Biomechanics 2008; 23(1): 71-80.

14-Khandha A, Manal K, Capin J, Wellsandt E, Marmon A, Snyder-Mackler L, et al. ***High Muscle Co Contraction Does Not Result in High Joint Forces During Gait in Anterior Cruciate Ligament***

[Downloaded from jssu.ssu.ac.ir on 2026-11-26]

[DOI: 10.18502/ssu.v29i4.6499]

Deficient Knees. J Orthopaedic Research® 2019; 37(1): 104-12.

15-Lloyd DG, Buchanan TS. ***Strategies of Muscular Support of Varus and Valgus Isometric Loads at the Human Knee***. J biomech 2001; 34(10): 1257-67.

16-Heiden TL, Lloyd DG, Ackland TR. ***Knee Joint Kinematics, Kinetics and Muscle Co-Contraction in Knee Osteoarthritis Patient Gait.*** Clinical Biomechanics 2009; 24(10): 833-41.

17-Rodgers MM, Leveau BF. ***Effectiveness of Foot Orthotic Devices Used to Modify Pronation in Runners***. J Orthopaedic & Sports Physical Therapy 1982; 4(2): 86-90.

18-Hak L, Houdijk H, Steenbrink F, Mert A, Van Der Wurff P, Beek PJ, et al. ***Stepping Strategies for Regulating Gait Adaptability and Stability***. J biomechanics 2013; 46(5): 905-11.

19-Marigold DS, Patla AEJG. ***Age-Related Changes in Gait for Multi-Surface Terrain***. Gait & posture 2008; 27(4): 689-96.

20-Van Den Berg ME, Barr CJ, Mcloughlin JV, Crotty Mjms, Disorders R. ***Effect of Walking on Sand on Gait Kinematics in Individuals with Multiple Sclerosis***. Multiple Sclerosis and Related Disorders 2017; 16: 15-21.

21-Jafarnezhadgero A, Fatollahi A, Amirzadeh N, Siahkouhian M, Granacher U. ***Ground Reaction Forces and Muscle Activity While Walking on Sand Versus Stable Ground in Individuals with Pronated Feet Compared with Healthy Controls.*** Plos One 2019;14(9): e0223219.

22-Zamparo P, Perini R, Orizio C, Sacher M, Ferretti G. ***The Energy Cost of Walking or Running on Sand.*** European J Applied Physiology and Occupational Physiology 1992; 65(2): 183-7.

23-Pinnington HC, Lloyd DG, Besier TF, Dawson B. ***Kinematic and Electromyography Analysis of Submaximal Differences Running on a Firm Surface Compared with Soft, Dry Sand***. Eur J Appl Physiol 2005; 94(3): 242-53.

24-Feltner ME, Macrae H, 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.

25-Jafarnezhadgero A, Ghorbanloo F, Fatollahi A, Dionisio VC, Granacher U. ***Effects of an Elastic Resistance Band Exercise Program on Kinetics and Muscle Activities During Walking in Young Adults with Genu Valgus: A Double-Blinded Randomized Controlled Trial***. Clin Biomech 2020; 81: 105215.

26-Durai DBJ, Shaju MF. ***Effect of Sand Running Training on Speed among School Boys.*** International Journal of Physical Education, Sports and Health 2019; 6(3): 117-22.

27-Hunt AE, Smith RM, Torode M. ***Extrinsic Muscle Activity, Foot Motion and Ankle Joint Moments During the Stance Phase of Walking.*** Foot Ankle Int 2001; 22(1): 31-41.

28-Williams DS, Mcclay IS, Hamill J, Buchanan TS. ***Lower Extremity Kinematic and Kinetic Differences in Runners with High and Low Arches.*** J Applied Biomechanics 2001; 17(2): 153-63.

29-Powell DW, Long B, Milner CE, Zhang S. ***Frontal Plane Multi-Segment Foot Kinematics in High-and Low-Arched Females during Dynamic Loading Tasks.*** Hum Mov Sci 2011; 30(1): 105-14.

[Downloaded from jssu.ssu.ac.ir on 2026-11-26]

[DOI: 10.18502/ssu.v29i4.6499]

30-Houck JR, Tome JM, Nawoczenski DA. ***Subtalar Neutral Position as an Offset for A Kinematic Model of the Foot during Walking.*** Gait & Posture 2008; 28(1): 29-37.

31-Oatis CA. ***Kinesiology: The Mechanics and Pathomechanics of Human Movement.*** *England:* Lippincott Williams & Wilkins; 2nd Ed; 2009: 240-5.

32-Chamberlain A, Munro W, Rickard A. ***Muscle Imbalance. Teoksessa S Porter (Toim) Tidys Physiotherapy*** 2013; 15: 305-29.

33-Jung J. ***Neuromechanical Effects of Pronated Foot on Knee Joint Stability: Graduate School***. South Korea: Yonsei University; 2011.

34-Twomey D, Mcintosh A. ***The Effects of Low Arched Feet on Lower Limb Gait Kinematics in Children***. The Foot 2012; 22(2): 60-5.

[Downloaded from jssu.ssu.ac.ir on 2026-11-26]

[DOI: 10.18502/ssu.v29i4.6499]

Journal of Shahid Sadoughi University of Medical Sciences
Vol 29| NO 4 | July 2021

Received: 18 Apr 2020
Accepted: 5 Dec 2020

Effect of Long-Term Training on Sand on Co-Contraction of Ankle Joint in Individuals with Pronated Feet

Amir Fatollahi[1], Amir Ali Jafarnezhadgero[*2]

Original Article

Introduction: Foot pronation can lead to different lower limb injuries. The purpose of this study was to investigate the effect of long-term training on sand on ankle joint co-contraction in individuals with pronated feet during walking.

Methods: The present study was a randomised controlled clinical trial type. Statistical samples of the present study included 15 males with excessive pronated feet in the control group and 15 males with excessive pronated feet in the experimental group which was selected with available sampling. During both pre and post-test, muscle activities were recorded by an 8-channel electromyography system during walking. The eight weeks training on sand (3 sessions per week) was only done in the experimental group. Two-way ANOVA with repeated measure test was used for statistical analysis at the significant level of $P<0.05$.

Results: The results demonstrated greater ankle directed co-contraction during post-test compared with the pre-test in the experimental group ($p=0.034$). Other components of ankle co-contraction did not demonstrate any significant differences during post-test compared with pre-test ($P>0.05$).

Conclusion: It seems that an increase in directed ankle joint contraction due to sand training may be associated with improvement in ankle joint stability. Further study is warranted.

Keywords: Pronation, Sand, Electromyography.

Citation: Fatollahi A, Jafarnezhadgero A. **Effect of Long-Term Training on Sand on Co-Contraction of Ankle Joint in Individuals with Pronated Feet.** J Shahid Sadoughi Uni Med Sci 2021; 29(4): 3669-80.

[Downloaded from jssu.ssu.ac.ir on 2026-11-26]

[DOI: 10.18502/ssu.v29i4.6499]

[1,2]Department of Sport Managements and Biomechanics, Faculty of Educational Sciences and Psychology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.

***Corresponding author: Tel:** 09105146214, **email:** a.jafarnezhad@uma.ac.ir