Effects of the Immediate and Long-term Water and Thera Band Exercises on Ground Reaction Forces in People with Pronate Foot During Walking

Barghamadi M[1], Piri E[2], Behboodi Z[3], Allahverdidost H[4], Nosrati Hashi A[5], Imani F[6]

Abstract

Purpose: The aim of the present study was to investigate the effect of immediate and long-term water and Thera-Band exercises on the ground reaction force in people with pronate foot during walking.

Methods: The current research was semi-experimental with a repeated measurement design with a control group. The statistical sample of the present study included 45 male students of Mohaghegh Ardabili University with pronate, with an age range of 18-25 years, who voluntarily and purposefully participated in this study. Subjects were randomly assigned to three groups of exercises in water, exercise with Thera band and control. Walking speed and peak components of ground reaction force were investigated in three pre-test stages, immediately and after 8 weeks of training in water and traband. Bartek force plate with a sampling rate of 1000 Hz was used to record the ground reaction force during walking. Also, analysis of variance with repeated measurements and Bonferroni post hoc test were used to analyze the data at a significance level of $p \leq 0.05$.

Results: The results showed that walking speed increased significantly after 8 weeks of training with theraband (p=0.032) and training in water (p=0.025) compared to the pre-test. The vertical component of the ground reaction force in the heel strike phase after 8 weeks of training in water (P=0.002) and theraband (P=0.032) had a significant decrease compared to the pre-test. Moreover, the vertical component of the ground reaction force in the push-off phase after 8 weeks of training with theraband had a significant increase compared to the pre-test (P=0.015). In addition, the anterior-posterior component of ground reaction force increased significantly in the push-off phase after 8 weeks of water training compared to the pre-test (P=0.001).

Conclusion: According to the results of the research, it can be concluded that the exercises in the water and the traband have long-term clinical and therapeutic effects on people with pronate and can be useful for correcting the walking pattern.

Keywords: Hydrotherapy, Thera-Band, Ground Reaction Force, Pronate Foot, Gait

Received: 2022.11.05 Accepted: 2023.05.25

مقایسه اثر آنی و طولانی مدت تمرینات در آب و تراباند بر نیروی عکس‌العمل زمین در افراد دارای پای پرونیت هنگام راه رفتن

محسن برغمدی[۱]، ابراهیم پیری[۲]، زهره بهبودی[۳]، هادی الله وردی دوست[۴]، علی نصرتی هشی[۵]، فریبرز ایمانی[۶]

هدف: هدف از پژوهش حاضر بررسی تاثیر آنی و طولانی مدت تمرینات در آب و تراباند بر نیروی عکس العمل زمین طی راه رفتن در افراد با پای پرونیت می باشد.

روش بررسی: پژوهش حاضر از نوع نیمه‌تجربی با طرح اندازه‌گیری تکراری با گروه کنترل بود. نمونه آماری پژوهش حاضر شامل ۴۵ دانشجوی پسر دانشگاه محقق اردبیلی دارای پای پرونیت با دامنه سنی ۲۵-۱۸ سال بودند که به طور هدفمند و داوطلبانه در این پژوهش شرکت کردند. آزمودنی ها به طور تصادفی در سه گروه تمرین در آب، تمرین با تراباند و کنترل قرار گرفتند. سرعت راه رفتن و اوج مولفه های نیروی عکس العمل زمین در سه مرحله پیش آزمون، بلافاصله و بعد از ۸ هفته تمرین در آب و تراباند مورد بررسی قرار گرفت. از صفحه نیروی برتک با نرخ نمونه برداری ۱۰۰۰ هرتز برای ثبت نیروی عکس العمل

زمین طی راه رفتن استفاده شد. همچنین برای تحلیل داده ها از آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر و آزمون تعقیبی بونفرونی در سطح معناداری p≤۰/۰۵ استفاده شد.

یافته ها: نتایج نشان داد سرعت راه رفتن بعد از ۸ هفته تمرین با تراباند (p=۰/۰۳۲) و تمرین در آب (p=۰/۰۲۵) در مقایسه با پیش آزمون افزایش معنی داری داشت. مولفه عمودی نیروی عکس العمل زمین در مرحله برخورد پاشنه بعد از ۸ هفته تمرین در آب (p=۰/۰۰۲) و تراباند (p=۰/۰۳۲) در مقایسه با پیش آزمون کاهش معنی داری داشت. همچنین مولفه عمودی نیروی عکس العمل زمین در مرحله پیش‌روی بعد از ۸ هفته تمرین با تراباند در مقایسه با پیش آزمون افزایش معنی داری داشت (p=۰/۰۱۵). به علاوه مولفه قدامی-خلفی نیروی عکس العمل زمین در مرحله پیش‌روی بعد از ۸ هفته تمرین در آب در مقایسه با پیش آزمون افزایش معنی داری داشت (p=۰/۰۰۱).

نتیجه گیری: با توجه به نتایج تحقیق می‌توان نتیجه گرفت که تمرینات در آب و تراباند در بلند مدت اثر کلینیکی و درمانی بر افراد داری پای پرونیت دارد و برای اصلاح الگوی راه رفتن می‌تواند مفید باشد.

کلمات کلیدی: آب درمانی، تراباند، نیروی عکس العمل زمین، پای پرونیت، راه رفتن

نویسنده مسئول: محسن برغمدی، barghamadi@uma.ac.ir، ORCID: 0000-0002-1794-9410

آدرس: اردبیل، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی

۱- دانشیار بیومکانیک ورزشی، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

۲- کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزشی، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

۳- دکتری طب ورزشی، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

۴.- کارشناس ارشد بیومکانیک ورزشی، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

۵- دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزشی، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

۶- کارشناس ارشد بیومکانیک ورزشی، گروه بیومکانیک ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

مقدمه

عوامل متعددی وجود دارد که می‌تواند روی فعالیت روزمره افراد تاثیرگذار باشد. راه رفتن جز حرکات مهم برای آدمی به شمار می‌آید که عوامل بسیاری می‌تواند بر الگوی راه رفتن افراد تاثیر بگذارد. از عوامل مهمی که در راه رفتن افراد اثر می‌گذارد پرونیت (Pronate) بودن پا هست. عارضه ی پرونیت پا، یک عارضه ی مادرزادی است (۱). میزان شیوع پرونیت پا از ۴۸٪ تا ۷۸٪ در جوانان ۲-۱۶ ساله (۲) و ۲-۲۳٪ در بزرگسالان (۳) متغیر است. افراد مبتلا به پرونیت پا با سرعت ترجیحی کمتر (۴) و آهنگ راه رفتن آهسته (۵) راه می روند و به طور قابل توجهی از درد لگن، زانو و کمر رنج می برند (۴،۶). شواهدی وجود دارد مبنی بر اینکه تغییر ساختار پا بر ثبات اندام های تحتانی تأثیر می‌گذارد (۵،۷) که باز هم به نظر می رسد بر روی ستون فقرات و فعالیت های عضلات گلوتئال (Gluteal) تأثیر دارد (۸). هنگامی که صحبت از توزیع نیروی پا در حین راه رفتن به میان می آید، نشان داده شده است که افراد دارای پای پرونیت پا در مقایسه با افراد سالم، نیروهای عکس العمل زمین بیشتری از خود نشان می دهند (۱۱-۹). تحقیقات نشان داده است که تجزیه و تحلیل نیروهای عکس العمل زمین طی راه رفتن می تواند اطلاعاتی مفیدی در رابطه با عملکرد صحیح سیستم عضلانی-اسکلتی و کنترل وضعیت فراهم کند (۱۲،۱۳). کاهش نیروهای عکس العمل زمین می تواند احتمال ایجاد آسیب‌های ثانویه اندام تحتانی در افراد دارای پای پرونیت را به حداقل برساند (۱۴،۱۵). یکی از شیوه های ایجاد تغییر و بهبود مولفه های نیروی عکس العمل زمین، استفاده از تمرینات مختلف و تاثیر آن بر سیستم عضلانی-اسکلتی است (۱۵).

به نظر می رسد یافتن بهترین راه برای کاهش یا بهبود این ناهنجاری می تواند بر نیروهای عکس العمل زمین موثر باشد. یکی از این روش ها طراحی برنامه تمرینی و اصلاحی، برای بهبود این قبیل عارضه هاست. تاثیر تمرینات آنی و طولانی مدت تمرینات در آب و تراباند بر متغیرهای

بیومکانیکی نظیر کینتیک افراد با ساختارهای متفاوت آناتومیکی پا مورد توجه محققین قرار گرفته است (۱۹-۱۶). تحقیقات گذشته نشان داده است که تمرینات در آب برای کسانی که ظرفیت کار بدنی کمی دارند یا ناهنجاری-های خاصی دارند فواید ویژه ای دارد. Maher و همکاران (۲۰) در تحقیقی تاثیر تمرینات در آب را بر درمان بیماری موثر دانسته اند. از جمله اثرات آب می توان به اثر فیزیکی (حفظ و ارتقای آمادگی جسمانی، افزایش قابلیت جسمانی)، اثر روانی (کاهش استرس، احساس آرامش) و اثر درمانی (درمان نارسایی و ضعف جسمانی) اشاره کرد (۲۱). همچنین تحقیقات نشان داده است که تمرین در آب باعث افزایش انعطاف پذیری عضلات می شود (۲۱). تمرینات در آب به دلیل اثربخشی و نقش چشمگیر در ایجاد ثبات مفصلی و سلامت مفصلی انتخاب شده است. این روش تقریبا کم هزینه، مقرون به صرفه و بدون کمترین ضرر جانی است.

علاوه بر تمرین در آب، ترابند یکی دیگر از برنامه های تمرینی در تحقیق حاضر است. که می تواند اثربخشی موثری بر پای پرونیت افراد داشته باشد. تمریناتی که برای بخش پایین‌تنه استفاده می شود به عنوان الگوی حرکتی جنبشی می تواند حس عمقی و دامنه حرکتی منجر شده به ثبات پویا را تحریک کند و بهبود بخشد (۲۲). ترابند برای افزایش قدرت، تحرک و عملکرد، و همچنین کاهش درد مفصل (درجه ۱، ۲ و ۳) در ناهنجاری های مختلف از جمله پای پرونیت اثبات شده است. باندها و کش های مقاومتی کم هزینه، قابل حمل و همه کاره هستند. این باندهای لاستیکی از جنس لاتکس طبیعی ساخته شده اند و به رنگ های صورتی و قهوه ای مایل به زرد، قرمز، سبز، آبی، سیاه و سفید، نقره‌ای و طلایی می باشند. محققین بیان کرده اند که تمرینات ترابند باعث کسب نمرات بالاتری در انجام عملکرد در ناهنجاری های مختلف می شود (۲۳). تمرین با ترابند به عنوان ابزاری بی‌خطر ثبت شده است و راهبردی موثر برای افزایش بهبود سیستم عصبی عضلانی، بهبود قدرت عضلانی و افزایش توانایی انجام وظایف عملکردی در افراد می باشد. اخیرا تمرینات با ترابند به منزله شیوه ای موثر مورد توجه قرار گرفته است، به طوری که برای افزایش قدرت و ثبات وضعیت استفاده می کنند و به نتایج موثری دست یافته‌اند (۲۴). علی رغم بررسی متعدد نیروهای عکس العمل زمین به لحاظ کلینیکی، اثر تداخلات درمانی همچون آب‌درمانی و ترابند بر روی مؤلفه-های نیروی عکس العمل زمین طی تکالیفی همچون راه رفتن تاکنون به لحاظ علمی مورد بررسی قرار نگرفته است؛ بنابراین هدف ما از این پژوهش بررسی تاثیر آنی و طولانی مدت دو نوع تمرین (آب‌درمانی و ترابند)، بر نیروی عکس العمل زمین در افراد دارای پای پرونیت در هنگام راه رفتن بود.

روش بررسی

پژوهش حاضر از نوع نیمه‌تجربی با طرح اندازه‌گیری تکراری با گروه کنترل بود. نمونه آماری پژوهش حاضر شامل ۴۵ دانشجوی پسر دانشگاه محقق اردبیلی دارای پای پرونیت با دامنه سنی ۲۵-۱۸ سال بودند که به طور هدفمند و داوطلبانه در این پژوهش شرکت کردند. آزمودنی ها به طور تصادفی در سه گروه تمرینات در آب، تمرین با ترابند و کنترل قرار گرفتند. سرعت راه رفتن و اوج مولفه های نیروی عکس العمل زمین در سه مرحله پیش آزمون، بلافاصله و بعد از ۸ هفته تمرین در آب و ترابند مورد بررسی قرار گرفت. میانگین سن آزمودنی ها ۲۳±۰/۳۳ سال، میانگین قد ۱/۸۳±۰/۰۶ متر و میانگین وزن ۸۰/۶±۱/۱۰ کیلوگرم بود. همچنین پای راست (طبق آزمون شوت فوتبال) به عنوان پای برتر تمامی آزمودنی ها مشخص گردید (۲۵). داده ها نیروهای عکس العمل زمین نسبت به درصدی از وزن بدن آزمودنی ها نرمال شد. شرایط ورود به پژوهش شامل: انتخاب آزمودنی ها بر اساس میزان افت استخوان ناوی که از ۱۰ میلی متر تجاوز کند و شاخص وضعیت پا از ۱۰ میلی متر بیشتر باشد. شرایط خروج آزمودنی ها از پژوهش شامل سابقه جراحی، سابقه آسیب در اندام تحتانی بدن، ناهنجاری در قسمت تنه و عدم تمایل به همکاری (خستگی، احساس درد و ...) بود.

همه‌ی آزمودنی ها قبل از شرکت در آزمون فرم رضایت نامه حضور در آزمون را پر کردند، به علاوه از همه ی آزمودنی ها خواسته شد که در ۴۸ ساعت قبل از حضور در آزمون فعالیت شدید ورزشی نداشته باشند تا اثر خستگی که ممکن است روی راه رفتن آزمودنی ها تاثیر بگذارد به حداقل برسد. همچنین، از آزمودنی ها خواسته شد قبل از حضور در آزمون برنامه گرم کردن به مدت ۱۵دقیقه و برنامه سرد کردن به مدت ۵ دقیقه را حتما انجام دهند. تمامی آزمودنی ها قبل از شروع آزمون ابتدا با نحوه کار و

چگونگی تمرین ها آشنا شدند (۲۷). اثر آنی و طولانی مدت تمرینات در آب و تراباند به صورت سه مرحله‌ای پیش آزمون و بلافاصله بعد از آزمون و بعد از هشت هفته تمرین متغیرهای نیروی عکس العمل زمین مورد ارزیابی قرار گرفت. برای مشخص کردن ارتفاع قوس طولی داخلی کف پای آزمودنی ها از شاخص افتادگی استخوان ناوی با استفاده از روش توصیفی انجام گرفت. به این صورت که طی هر آزمون از آزمودنی ها خواسته شد تا روی صندلی بنشیند و پای خود را روی جعبه قرار دهند. ارتفاع صندلی به شکلی تنظیم شد که زاویه ران و زانو ۹۰ درجه باشد که در این حالت مفصل ران در حالت خنثی قرار داشت. پژوهشگر با لمس برجستگی قاپ و مشخص نمودن محل برجستگی استخوان ناوی پس از علامت گذاری نقاط مشخص شده، با استفاده از خط‌کش فاصله برجستگی ناوی تا سطح جعبه را بر حسب میلی متر اندازه گرفت. در حالت دوم از آزمودنی خواسته شد که در حالت ایستاده قرار بگیرد و در حالت توزیع وزن روی هر دو پا را محاسبه کند. سپس اختلاف حالت ایستاده با حالت خنثی روی جعبه نشان-دهنده میزان افت استخوان ناوی بود (۲۸). از صفحه نیروی برتک ساخت کشور آمریکا با ابعاد ۴۰*۶۰ سانتی متر برای ثبت نیروهای عکس العمل زمین استفاده شد. نرخ نمونه-برداری دستگاه صفحه نیرو برابر ۱۰۰۰ هرتز بود. جهت فیلتر نمودن داده های نیروی عکس العمل زمین از فیلتر باتروورث ۲۰ هرتز استفاده شد. طی داده گیری از آزمودنی-ها خواسته شد تا راه رفتن خود را به گونه ایی تنظیم کنند تا پای راست دقیقا وسط صفحه نیرو بیفتد در غیر این صورت تلاش تکرار می شد. برای بهبود در نتیجه داده گیری هر آزمودنی عمل راه رفتن را مرتبه انجام داد و بعد از تحلیل داده های از ۵ تریال میانگین گرفته شد.

پروتکل تمرینی تراباند

تراباند از مقاومت پایین تا مقاومت بالا از رنگ روشن تا تیره تغییر می کند (۲۹) (تصویر ۱). به دلیل عدم توانایی آزمودنی ها در انجام حرکت، تراباند با رنگ زرد به عنوان تراباند تمرینی انتخاب شد. تعداد تکرار اعمال شده برای هر نوبت معادل ۱۴ تکرار بود (۳۰). گروه تراباند پس از آشنایی با روش تمرین، برنامه گرم کردن عمومی به مدت ۱۵ دقیقه، تمرینات اختصاصی به مدت ۴۰ تا ۴۵ دقیقه، و برنامه سرد کردن شامل ۵ دقیقه را لحاظ کردند. طی ارائه تمرینات به آزمودنی ها اصل اضافه بار برای آزمودنی ها اعمال شد (۳۰). به علاوه حجم تمرین با افزایش تعداد ست ها از یک به دو نیز افزایش یافت (۳۱). تعداد ست برای گروه تراباند ۳ ست با تعداد تکرار ۱۴ و زمان استراحت بین ست ها ۹۰ ثانیه اعمال شد. مدت زمان کشش اعمال شده برای حرکات تمرینی مورد نظر ۳۰ ثانیه بود (۳۱).

تصویر ۱: نمایش تراباند

پروتکل تمرینی گروه تمرین درآب

جلسه تمرینی در آب بر اساس دستورالعمل تجویز ورزشی کالج آمریکایی طب ورزش (American College of Sports Medicine; ACSM)، شامل ۳ بخش گرم - کردن، سرد کردن و برنامه اصلی بود. همچنین در هر مرحله تعداد تکرار و زمان انجام فعالیت حرکات به صورت پیشرونده افزایش یافت یعنی به عبارتی از اصل اضافه بار پیروی کرد (۳۲). بر اساس رعایت قوانین تطابق فیزیولوژیکی، حرکاتی مانند راه رفتن به جلو و عقب و گام برداشتن به پهلو به مدت ۱۰تا ۱۵ دقیقه جهت گرم کردن آزمودنی ها و در ادامه حدود ۳۰ دقیقه تمرینات اصلی و در پایان تمرینات به مدت ۵ دقیقه جهت سرد کردن آزمودنی-ها اعمال شد (۳۳). جهت انجام تمرینات گروه مورد نظر به دلیل وضعیت خطرناک کرونایی، با رعایت اصول بهداشتی حوضچه ایی به عمق ۹۸ سانتی متر تهیه شد (تصویر ۲). لازم به ذکر است دمای آب حوضچه برای آزمودنی ها ۲۹ درجه سانتی‌گراد و با PH=۷/۶ اعمال شد. همچنین مدت زمان انجام حرکات زمانی در هر نوبت معادل ۳۰ ثانیه، و برای حرکات تعدادی، تعداد ۱۲-۸ حرکت بسته به آمادگی آزمودنی ها در ۳ نوبت طراحی شد (۳۳).

پردازش داده ها

مولفه‌های نیروی عکس العمل زمین شامل نیروهای عمودی(Z)، قدامی- خلفی(y) و داخلی- خارجی(x) بود که برای محور عمودی دو نقطه اوج به نام‌های (F_{ZHC}) و (F_{ZPO}) بودند. همچنین برای نیروهای قدامی-خلفی، نقطه

جدول ۱: حرکات تمرینی گروه تراباند (۳۱)

حرکات	نحوه اجرا
اسکات صندلی (۱۴*۳)	تراباند را در نزدیکی کمر نگه می‌داریم در حالی که آرنج صاف و مستقیم باشد. در ادامه حرکت با خم کردن زانو و لگن در حالی قسمت پشت آزمودنی‌ها صاف باشد به صندلی نزدیک می‌شوید.و برای کامل کردن این حرکت آزمودنی‌ها به حالت اولیه خود در حالت ایستاده برمی‌گردند.
بلندکرد ساق پا (۱۴*۳)	تراباند را در نزدیکی کمر نگه می‌داریم در حالی که آرنج صاف و مستقیم باشد. با انگشتان پا به آرامی بالا بروید مکثی داشته باشید و در ادامه به حالت اولیه خود بازگردید.
اکستنشن هیپ (۱۴*۳)	با حفظ تعادل خود روی یک پا، هیپ خود را به صورت اکستنشن به عقب ببرید. آزمودنی‌ها می‌توانند برای حفظ تعادل خود از صندلی یا دیوار کمک بگیرند.
فلکشن هیپ (۱۴*۳)	از آزمودنی‌ها بخواهید هیپ خود را به سمت سقف بلند کنند. سپس مکثی داشته و به حالت اولیه بازگردنند.
دورسی فلکشن مچ پا (۱۴*۳)	در حالی که باند الاستیک را روی پای آزمودنی‌ها قرار دادید. از آن‌ها بخواهید پاهای خود را به سمت عقب و در خلاف تراباند بکشند. چند ثانیه‌ای مکث کنند و در ادامه به حالت اولیه بازگردنند.
پا حلقه (۱۴*۳)	از آزمودنی‌ها خواسته شد با خم کردن زانو، پا را به سمت عقب و به سمت صندلی فشار وارد کنند. چند لحظه‌ای مکث کنند و در ادامه به حالت اولیه بازگردنند.
اکستنشن پا(زانو) (۱۴*۳)	از آزمودنی‌ها بخواهید زانو خود را به حالت اکستنشن دربیارند و نوک پای خود را به سمت سقف برده اندکی مکث کنند و در ادامه به حالت اولیه خود بازگردنند.
فلکشن ران نشسته (۱۴*۳)	از آزمودنی‌ها بخواهید روی صندلی بنشینند. سپس تراباند را روی قسمت فوقانی زانو و اطراف ران قرار داده و سپس دو سر تراباند را در سمت پای مخالف ثابت کنند. از آزمودنی‌ها خواسته شد ران خود را در حالت فلکشن با مکثی نگه دارند، و سپس به حالت اولیه بازگردنند.
پشت پا (۱۴*۳)	وسط تراباند را دور مچ یک پا (پای راست) حلقه کرده دو سر انتهای آن را زیر پای مخالف ثابت کنید. یا خودتان محکم تراباند را نگه دارید. و از آزمودنی‌ها بخواهید حرکت پشت پا بصورت کامل و با تحمل مکث انجام دهند.
دور کردن ران (۱۴*۳)	وسط تراباند را دور مچ پای راست حلقه کرده و دو سر تراباند در جای ثابت کنید. حال از آزمودنی‌ها بخواهید حرکت دور کردن ران را با انجام مکث اجرا کنند.
نزدیک کردن ران (۱۴*۳)	وسط تراباند را دور مچ پای راست حلقه کرده و دو سر تراباند در جای ثابت کنید. حال از آزمودنی‌ها بخواهید حرکت نزدیک کردن ران را با انجام مکث اجرا کنند.

تصویر ۲: نمونه حرکات تمرینی گروه تراباند
الف) فلکشن هیپ؛ ب) دورسی فلکشن مچ پا

جدول ۲: نمونه ای از تمرینات گروه تمرین در آب

حرکات تمرین در آب	
مرحله اول	مرحله دوم
راه رفتن به جلو (۳۰ثانیه*۳)	بالا رفتن از پله در آب (۱۰*۳)
راه رفتن به عقب (۳۰ثانیه*۳)	بالا رفتن جانبی از پله در آب (۱۰*۳)
راه رفتن روی پنجه (۳۰ثانیه*۳)	اسکات (۱۰*۳)
راه رفتن روی پاشنه (۳۰ثانیه*۳)	اسکات تک پا (۱۰*۳)
راه رفتن با زانو صاف (۳۰ثانیه*۳)	گام به پهلو (۱۰*۳)
	در جا زدن در آب با زانو بلند (۱۰*۳)
	پروانه (۱۰*۳)
	فلکشن ران (۱۰*۳)
	حرکت قیچی و پای کرال سینه (۱۰*۳)

اوج به نام FyHC و FyPO محاسبه شد. و برای نیروی داخلی-خارجی نقطه اوج به نام FxHC و FxPO مشخص گردید. برای نرمال کردن داده ها از روش تقسیم بر وزن آزمودنی ها استفاده شد. برای تحلیل داده ها از آزمون شاپیروویلک برای طبیعی بودن آزمودنی ها استفاده شد پس از مشخص شدن طبیعی بودن توزیع داده ها از آزمون اندازه‌گیری مکرر و آزمون تعقیبی (Least Significant Difference, LSD) در سطح معناداری ($p<۰/۰۵$) استفاده شد. تمامی تحلیل آماری با استفاده از spss نسخه ۲۳ انجام شد.

یافته‌ها

نتایج نشان داد سرعت راه رفتن و اوج مولفه های نیروی عکس العمل زمین در دو فاز برخورد پاشنه و پیش‌روی در سه گروه تمرین در آب، ترابانند و کنترل در پیش آزمون اختلاف معنی داری نداشت ($p>۰/۰۵$) (جدول ۱).

نتایج نشان داد اثر تعاملی زمان*گروه سرعت راه رفتن در سه گروه تمرین در آب، ترابانند و کنترل اختلاف معنی-داری داشت ($p=۰/۰۴۹$). لذا با توجه به تست تعقیبی مناسب (LSD) نشان داده شد سرعت راه رفتن بعد از ۸ هفته تمرین با ترابانند ($p=۰/۰۳۲$؛ $d=۰/۶۴$) و تمرین در آب ($p=۰/۰۲۵$؛ $d=۰/۸۰$) در مقایسه با پیش آزمون افزایش معنی‌داری داشت (جدول ۲). همچنین با توجه میزان اندازه اثر مشخص شد تمرین در آب بر سرعت راه رفتن موثرتر بود. همچنین اثر تعاملی زمان*گروه مولفه عمودی نیروی عکس العمل زمین در مرحله برخورد پاشنه ($p=۰/۰۰۱$) و پیش‌روی ($p=۰/۰۲۵$) و مولفه قدامی-خلفی در مرحله پیش‌روی ($p=۰/۰۳۷$) در سه گروه تمرین در آب، ترابانند و کنترل اختلاف معنی داری داشت (جدول ۳). لذا با توجه به تست تعقیبی مناسب نشان داده شد که مولفه عمودی در مرحله برخورد پاشنه بعد از ۸ هفته تمرین در آب ($p=۰/۰۰۲$) و ترابانند ($p=۰/۰۳۲$) در مقایسه با پیش‌آزمون کاهش معنی‌داری داشت (جدول ۳). با توجه به اندازه اثر می توان بیان کرد تمرین در آب در مقایسه با تمرین با ترابانند در مولفه عمودی در مرحله برخورد پاشنه موثرتر بود. همچنین مولفه عمودی در مرحله پیش‌روی بعد از ۸ هفته تمرین با ترابانند در مقایسه با پیش‌آزمون افزایش معنی داری داشت ($p=۰/۰۱۵$). به علاوه مولفه قدامی-خلفی در مرحله پیش‌روی بعد از ۸ هفته تمرین در آب در مقایسه با پیش آزمون افزایش معنی داری داشت ($p=۰/۰۰۱$).

بحث و نتیجه‌گیری

هدف از تحقیق حاضر مقایسه اثر آنی و طولانی تمرینات در آب و ترابانند بر روی اوج مولفه های نیروی عکس العمل زمین در افراد دارای عارضه پرونیشن (Pronation) پا طی راه رفتن بود. نتایج نشان داد سرعت راه رفتن بعد از ۸ هفته تمرین با ترابانند و تمرین در آب در مقایسه با پیش آزمون افزایش معنی داری داشت. با توجه به اندازه اثر نشان داده شد که تمرین در آب بر سرعت راه رفتن موثرتر بود.

تحقیق حاضر به نوعی با تحقیقات Hinman و همکاران (۳۴)، ایراندوست و همکاران (۳۵) همسو است. که نشان

جدول ۳: آزمون انالیز واریانس یک راهه برای مقایسه پیش‌آزمون متغیرها در مرحله پیش‌آزمون در دو گروه تراباند و تمرین در آب

غیر	گروه تراباند انحراف معیار±میانگین	گروه تمرین در آب انحراف معیار±میانگین	گروه کنترل انحراف معیار±میانگین	آماره آزمون	p- مقدار
مولفه عمودی در مرحله برخورد پاشنه (FzHC)	۱۱۲/۵۷±۲۲/۷۷	۱۱۰/۰۷±۲۵/۹۱	۱۱۰/۲۸±۳۲/۷۸	۰/۷۸	۰/۳۴۲
مولفه عمودی در مرحله جداشدن پنجه پا (FzPO)	۱۰۰/۷۶±۱۸/۸۹	۱۰۰/۸۷±۲۳/۶۴	۱۰۰/۸۶±۲۶/۹۱	۰/۳۶	۰/۸۷۵
مولفه داخلی-خارجی در مرحله برخورد پاشنه (FxHC)	۷/۸۴±۴/۱۹	۶/۶۹±۱/۱۶	۶/۷۶±۳/۱۹	۰/۵۴	۰/۵۳۲
مولفه داخلی-خارجی در مرحله جداشدن پنجه پا (FxPO)	-۱۴/۴۷±۶/۳۹	-۱۰/۴۸±۴/۳۳	- ۱۳/۶۴±۸/۵۴	۰/۸۸	۰/۲۱۵
مولفه قدامی-خلفی در مرحله برخورد پاشنه (FyHC)	-۳۰/۸۸±۰/۲۸	-۲۹/۷۷±۰/۶۱	-۳۴/۱۷±۰/۲۸	۰/۹۵	۰/۱۶۵
مولفه قدامی-خلفی در مرحله جداشدن پنجه پا (FyPO)	۴۴/۵۶±۲۶/۲۴	۴۷/۶۳±۱۷/۲۲	۴۶/۱۸±۲۴/۲۳	۰/۵۹	۰/۴۱۵
سرعت راه رفتن	۱/۴۱±۰/۱۸	۱/۳۳±۰/۲۵	۱/۴۱±۰/۱۸	۰/۹۶	۰/۱۶۵

*سطح معناداری۰/۰۵>p

جدول ۲: مقایسه سرعت راه رفتن (بر حسب متر برثانیه) در سه گروه (تمرین در آب، تراباند و کنترل)

	گروه تراباند			گروه تمرین در آب			گروه کنترل					
	پیش آزمون	بلافاصله	پس از ۸ هفته	پیش آزمون	بلافاصله	پس از ۸ هفته	پیش آزمون	بلافاصله	پس از ۸ هفته			
متغیر	انحراف معیار ±میانگین	انحراف معیار ±میانگین	انحراف معیار ±میانگین	انحراف معیار ±میانگین	انحراف معیار ±میانگین	انحراف معیار ±میانگین	انحراف معیار ±میانگین	انحراف معیار ±میانگین	انحراف معیار ±میانگین	اثر عامل زمان	اثر عامل گروه	اثر تعاملی زمان*گروه
سرعت راه رفتن	۱/۴۱±۰/۱۸	۱/۴۵±۰/۱۶	۱/۶۸±۰/۶۷	۱/۳۳±۰/۲۵	۱/۴۱±۰/۱۸	۱/۵۴±۰/۲۷	۱/۴۱±۰/۱۸	۱/۳۸±/۱۷	۱/۳۹±۰/۱۶	۰/۰۰۳	۰/۲۰۳	*۰/۰۴۹

*سطح معناداری۰/۰۵>p

جدول ۳: نیروهای عکس العمل زمین بر حسب درصدی از وزن بدن (در سه راستای نیروی عمودی(fz)، داخلی-خارجی) (fx) و قدامی- خلفی(fy)).

متغیر	گروه تراباند			گروه تمرین در آب			گروه کنترل			اثر عامل زمان	اثر عامل گروه	اثر تعاملی زمان*گروه
	پیش آزمون انحراف معیار±میانگین	بلافاصله انحراف معیار±میانگین	پس از ۸ هفته انحراف معیار±میانگین	پیش آزمون انحراف معیار±میانگین	بلافاصله انحراف معیار±میانگین	پس از ۸ هفته انحراف معیار±میانگین	پیش آزمون انحراف معیار±میانگین	بلافاصله انحراف معیار±میانگین	پس از ۸ هفته انحراف معیار±میانگین			
FzHC	۱۱۰/۰۷±۲۵/۹۱	۱۰۰/۱۸±۲۹/۱۲	۹۰/۵۴± ۲۳/۶۴	۱۱۲/۵۷±۲۲/۷۷	۱۱۵/۱۶±۲۶/۰۱	۱۰۲/۴۲± ۳۱/۷۰	۱۱۰/۲۸±۳۲/۷۸	۱۱۰/۶۹±۲۶/۶۱	۱۱۵/۷۸± ۲۴/۶۹	۰/۰۰۱	۰/۰۲۶	*۰/۰۰۱
FzPO	۱۰۰/۸۷±۲۳/۶۴	۱۰۲/۷۳±۲۹/۳۲	۱۰۴/۰۳± ۱۵/۶۹	۱۰۰/۷۶±۱۸/۸۹	۱۰۵/۸۰±۲۳/۷۱	۱۱۵/۶۰± ۲۱/۶۸	۱۰۰/۸۶±۲۶/۹۱	۱۰۰/۸۳±۲۴/۰۳	۱۱۰/۱۷± ۲۸/۸۳	۰/۰۲۴	۰/۳۲۱	*۰/۰۲۵
FxHC	۶/۶۹±۱/۱۶	۸/۷۸±۲/۲۱	۷/۴۲± ۳/۳۹	۷/۸۴±۴/۱۹	۸/۸۱±۳/۱۲	۹/۳۳± ۵/۰۶	۶/۷۶±۳/۱۹	۸/۸۵±۲/۱۶	۱۰/۸۵±۴/۱۹	۰/۲۳۵	۰/۲۳۶	۰/۱۵۳
FxPO	-۱۰/۴۸±۴/۳۳	-۱۱/۴۸±۳/۳۳	-۹/۴۹± ۲/۴۴	-۱۴/۴۷±۶/۳۹	-۱۱/۵۶±۶/۴۲	-۱۴/۴۵± ۵/۱۹	- ۱۳/۶۴±۸/۵۴	- ۱۲/۵۷±۶/۴۵	-۱۵/۵۶± ۵/۴۶	۰/۰۹۵	۰/۴۱۲	۰/۲۱۵
FyHC	-۲۹/۷۷±۰/۶۱	-۳۲/۱۱±۰/۴۵	-۳۰/۳۳±۱/۰۴	-۳۰/۸۸±۰/۲۸	-۳۲/۸۹±۰/۵۲	-۳۳/۹۴±۱/۲۸	-۳۴/۱۷±۰/۲۸	-۳۶/۷±۰/۵۷	-۳۸/۹۸±۰/۳۳	۰/۱۲۵	۰/۴۲۰	۰/۱۱۸
FyPO	۴۷/۱۷±۶۳/۲۲	۵۴/۲۳±۷۳/۲۳	۶۱/۲۱±۴۹/۲۳	۴۴/۲۶±۵۶/۲۴	۴۵/۱۹±۵۴/۲۳	۴۸/۲۰±۴۵/۲۳	۴۶/۲۴±۱۸/۲۳	۴۷/۱۹±۷۵/۲۶	۴۸/۲۲±۷۵/۲۹	۰/۰۰۲	۰/۰۰۶	*۰/۰۳۷

*سطح معناداری۰/۰۵>p

دادند تمرینات آب‌درمانی با رویکرد توانبخشی منجر به افزایش قدرت عضلانی اندام تحتانی و بهبود تعادل و الگوهای گام برداشتن می شود که منجر به افزایش عملکرد حرکتی طی راه رفتن می شود (۳۴). همان طور که در نتایج تحقیقات نشان داده شده است، تمرینات آب-درمانی باعثبهبود حرکت راه رفتن در افراد دارای پای پرونیت شد. همانطور که قبلا ذکر شد، افزایش تحریک عضلات ضد جاذبه توسط آب‌درمانی یکی از دلایل احتمالی برای این نتیجه گیری است که تمرینات آب‌درمانی می تواند اطلاعات حسی دریافتی از سیستم ها و سیستم های دهلیزی، بینایی، حسی و حرکتی دخیل در حفظ عملکرد حرکتی، سرعت در حین راه رفتن را افزایش دهد (۳۶). نتایج گذشته نشان داد که تمرینات در آب بر طول گام افراد تأثیر بسزایی دارد (۳۵). این یافته می تواند تعادل و ثبات بهتری در افراد دارای پای پرونیت به دنبال پروتکل آب‌درمانی ثابت کند، زیرا طول گام می تواند سرعت راه رفتن را افزایش دهد در توجیه نتایج می توان به این نکته اشاره کرد که ماهیت پروتکل تمرینی مورد استفاده در این مطالعه افزایش قدرت با اعمال مقاومت به عضلات اندام تحتانی بود. در ایجاد شرایط مساعد برای راه رفتن مؤثر، علاوه بر جنبه های تعادلی گروه های عضلانی، میزان خم شدن، باز شدن، دور شدن، حرکات ماهیچه ای و اندام های تحتانی اهمیت دارد. از آنجایی که در افراد پای پرونیت کاهش قدرت عضلانی باعث کاهش طول گام می شود، تمرینات مقاومتی در آب می تواند باعث افزایش قدرت از دست رفته و بهبود طول گام شود. همان طور که قبلا گفته شد که طول گام و ریتم بهتر راه رفتن می تواند منجر به سرعت بیشتر در افراد دارای پای پرونیت شود. بنابراین طبیعی است که با افزایش ریتم و طول گام، سرعت افراد دارای پای پرونیت بهبود یابد. به نظر می رسد یکی از دلایلی که تمرین در آب توانسته اثر بیشتری بر سرعت راه رفتن در مقایسه با تمرین تراباند داشته باشد، به افزایش طول گام و ریتم بهتر راه رفتن بعد از تمرین در آب اشاره کرد. بر اساس مطالعات انجام شده طول گام در افراد دارای پای پرونیت کاهش می یابد. یکی از دلایل این موضوع به تغییرات ترکیب بدن از جمله کاهش قدرت عضلانی مچ و کف پا می باشد.

همچنین نتایج نشان داد تمرینات تراباند سرعت راه رفتن را در افراد داری پای پرونیت افزایش داده است. Chen و همکاران (۳۷) تاثیر تمرینات تراباند بر افراد مسن در تایوان را بررسی کردند. نتایج Chen و همکاران (۳۷) نشان داد که تمرینات تراباند در بهبود توانایی

عملکردی، افزایش انعطاف پذیری و تحرک مفاصل و عضلات و افزایش سرعت و تعادل راه رفتن در افراد موثر است. Aemi و همکاران (۳۸) یافته های تحقیق در مورد تأثیر تمرینات تراباند در افراد بررسی کرد و به این نتیجه رسید که تمرینات با تراباند تأثیر قابل توجهی بر بهبود عضلات داشته و منجر به افزایش قدرت و مقاومت می شود. مطالعه Kwak و همکاران (۳۹) نشان داد که ۸ هفته تمرین مقاومتی با تراباند باعث افزایش معنی دار تعادل، توانایی راه رفتن و انعطاف پذیری در گروه مداخله شد. Holviala و همکاران (۴۰)، Ahn و همکاران (۴۱)، Buchner و همکاران (۴۲)، Judge و همکاران (۴۳)، مشاهده کرده اند که تمرین مقاومتی بر قدرت عضلانی، سرعت راه رفتن و تعادل پویا در افراد موثر نیست که با یافته های ما همخوانی ندارد. در مطالعه ما، نتایج نشان داد که تمرینات تراباند باعث بهبود سرعت راه رفتن شده است که مطابق با Idland و همکاران (۴۴)، Webber و همکاران (۴۵) است. Rosendahl و همکاران (۴۶)، Lopopolo و همکاران (۴۷)، مهدی‌زاده و همکاران (۴۸) نتایج مطالعات Hwang نشان داد که تمرینات تراباند می-تواند سرعت راه رفتن را بهبود بخشد (۴۹). Patterson و همکاران (۵۰) نشان دادند که تمرین مقاومتی تراباند پیشرونده با افزایش قدرت عضلانی منجر به بهبود کیفیت راه رفتن و تعادل می شود. تناقض در نتایج مطالعه ما و سایر مطالعات در مورد تمرینات تراباند را می‌توان به عدم توافق بر سر پروتکل تمرین با فاصله مشخص و تعداد جلسات تمرین و اینکه چه مدت و تا چه حد بیشترین تأثیر را بر پویایی دارد نسبت داد.

به علاوه مولفه عمودی در مرحله برخورد پاشنه بعد از ۸ هفته تمرین در آب و تراباند در مقایسه با پیش‌آزمون کاهش معنی داری داشت. با توجه به اندازه اثر می توان بیان کرد تمرین در آب در مقایسه با تمرین با تراباند در راستای مولفه عمودی در مرحله برخورد پاشنه موثرتر بود.

پای پرونیت عوارضی همچون کاهش قوس طولی داخلی پا ایجاد می کند که همره با آن استخوان ناوی در سطح داخلی پا، افت پیدا می کند. پرونیشن پا می تواند در افراد باعث بی‌نظمی های بیومکانیک در عملکرد فرد طی راه رفتن شود که این مسئله منجر به درد ساق پا، درد تاندون آشیل (Achilles Tendon)، بروز آسیب اندام تحتانی، کشیدگی عضلات همسترینگ و چهارسر ران شود. تحقیقات گذشته نشان داد که اوج مولفه عمودی نیروهای عکس العمل زمین در افراد دارای پای پرونیت هنگام راه رفتن در مقایسه با افراد سالم بیشتر است. تمرین در محیط آبی، به علت نیروهای مقاوم در آب، باعث افزایش قدرت عضلانی می شود و بالطبع باعث عملکرد بهتر مفصل مچ پا طی راه رفتن می شود. انجام تمرینات آب‌درمانی باعث افزایش معنادار قدرت اندام تحتانی و بهبود کیفیت زندگی می‌گردد (۵۳-۵۱). یکی از فواید تمرین در آب، حمایت آب طی انجام حرکات است و طبق قانون ارشمیدس آب‌درمانی می تواند فشار اعمال شده روی مفاصل را کاهش و یا حذف کند. به علاوه آب‌درمانی می تواند امکان اجرای حرکات را به نحوی فراهم کند که انجام آن حرکات در محیط خارج از آب به دلیل عدم حمایت کافی یا میزان درد، امکان پذیر نباشد. آب‌درمانی روش مناسب برای بهبود میزان خطای فرود و کاهش آسیب در افراد مستعد آسیب رباط صلیبی شناخته شده است (۵۴). به نظر می رسد تمرین در آب شرایط مناسب برای جذب شوک و کاهش اوج مولفه عمودی نیروهای عکس‌العمل زمین در مرحله برخورد پاشنه فراهم کرده؛ از این رو می توان گفت احتمالا، کینماتیک بهتر مفصل مچ پا و بهینه شدن فعالیت عضلات اندام تحتانی به خصوص کف پا و تغییرات زاویه مچ پا، منجر به افزایش جذب شوک و کاهش اوج مولفه عمودی نیروی عکس العمل زمین در مرحله برخورد پاشنه شده است. یکی از دلایل مهم مبنی بر اثر بخش بودن بهتر تمرین در آب در مقایسه با تمرین با تراباند بر اوج مولفه عمودی نیروی عکس العمل زمین در افراد دارای پای پرونیت می توان به اثر گذاری بهتر بر جذب شوک اشاره کرد.

همچنین مولفه عمودی در مرحله پیش‌روی بعد از ۸ هفته تمرین با تراباند در مقایسه با پیش آزمون افزایش معنی داری داشت. نتایج پژوهش حاضر به نوعی با نتایج حسن زاده و همکاران (۵۶)، کریمی و همکاران (۵۷) همسو می باشد. حسن‌زاده و همکاران (۵۶)، طی پژوهشی نشان دادند که تمرین با تراباند تاثیر مثبتی بر بهبود تعادل ورزشکاران دارد (۵۵،۵۶). همچنین بر اساس پژوهش انجام شده توسط کریمی و همکاران (۵۷)، انجام تمرینات تراباند توسط بیماران مبتلا به استئوآرتریت به طور کامل بر روی بهبود قدرت، دامنه حرکتی، حس عمقی و کیفیت زندگی تاثیرگذارتر بوده است. Lee و همکاران (۵۸) همچنین

تأثیر تمرین تراباند بر راه رفتن و قدرت عضلانی زنان در کره جنوبی را نشان داد. نتایج آن ها نشان داد که تعادل، اندازه‌گیری شده با ایستادن روی یک پا، در گروه مداخله در مقایسه با گروه کنترل به طور قابل توجهی بهبود یافته است. Ahn و همکاران (۴۱) تأثیر تمرین مقاومتی تراباند بر قدرت عضلانی اندام تحتانی و توانایی راه رفتن در بیماران مبتلا به آلزایمر را بررسی کردند و مشاهده کردند که تعادل ایستا در گروه مداخله به طور قابل توجهی افزایش یافته است. به گفته Hwang و همکاران (۴۹) شواهد فراوان نشان می دهد که تمرین باند الاستیک تعادل پویا، مهارت، قدرت عضلانی و استقامت عضلانی را بهبود می بخشد. برنامه تمرینی با تراباند با درگیر کردن تعداد زیادی از تارهای عضلانی طی فعال شدن دوک های عضلانی و استفاده از ویژگی الاستیک عضلات، سازگاری های عملکردی گوناگونی را در عضلات به وجود می آورند. تمرین با تراباند به عنوان یک روش تمرینی در بهبود عملکرد افراد با کاهش بار بر روی زانو و کاهش اعمال درد، در افراد شناخته می شود (۵۹). نتایج نشان داد مولفه قدامی-خلفی در مرحله پیش‌روی بعد از ۸ هفته تمرین در آب در مقایسه با پیش آزمون افزایش معنی‌داری داشت. Stergiou و همکاران (۶۰)، گزارش کرده اند که کاهش نیروهای عکس-العمل زمین در مولفه قدامی-خلفی ممکن است به دلیل تفاوت در سرعت راه رفتن باشد. در مطالعه Roemmich و همکاران (۶۱)، نشان داده شد که سرعت بر Fy اثر می گذارد. به نظر می رسد اثر سرعت بر Fy در آب بیشتر از آن چیزی است که در خشکی مشاهده می شود. نتایج نشان داده شده است که افزایش سرعت از ۱ متر بر ثانیه به ۲/۵ متر بر ثانیه منجر به افزایش تقریبی ۱۰۰ نیوتن در پیکه ای نیروی قدامی-خلفی می شود (۶۱). در تحقیق حاضر نیز مشخص شد افراد دارای پای پرونیت بعد از ۸ هفته تمرین در آب با سرعت بیشتری راه رفتند. پژوهش حاضر دارای محدودیت هایی بود که از جمله آن ها: عدم وجود نمونه آماری زن، عدم ثبت فعالیت الکترومایوگرافی وکینماتیک مفاصل اندام تحتانی طی راه رفتن و سرعت راه رفتن خودانتخابی می توان اشاره کرد.

یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد که اثر تمرینات در آب و تراباند بر روی نیروی عکس العمل زمین طی راه رفتن در بلند مدت در مقایسه با تاثیر آنی پروتکل تمرینی تاثیر چشمگیری در توانبخشی افراد دارای عارضه پرونیشن پا دارد. پس به طور کلی، اثر تمرینات در آب و تراباند بر روی نیروی عکس العمل زمین طی راه رفتن در بلند مدت می تواند اثر کلینیکی و درمانی بر افراد دارای پای پرونیت داشته باشد. با این وجود، اثبات هرچه بهتر این موضوع نیاز به انجام پژوهش های بیشتر در آینده دارد.

سپاسگزاری

در پایان از کلیه ی افرادی که ما را در اجرای پژوهش حاضر یاری رساندند، کمال تشکر و قدردانی را داریم. همچنین از دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی دانشگاه محقق اردبیلی برای در اختیار قرار دادن آزمایشگاه کمال تشکر و قدردانی را داریم. این مقاله بخشی از طرح پژوهشی دکتر محسن برغمدی از دانشگاه محقق اردبیلی با کداخلاق IR.UMA.REC.1400.044 می باشد. علاوه بر این، مطالعه مذکور در مرکز کارآزمایی بالینی ایران (www.irct.ir) با کد کارآزمایی بالینی (IRCT20190302042881N3 با شماره ۶۱۵۶۶) ثبت گردیده است.

منابع

1. Jafarnezhadgero AA, Amirzadeh N, Hoseinpour A, Siahkouhian M, Mokhtari MA. Evaluation of Frequency Spectrum of Ground Reaction Force during Walking on Sand and Flat Surface in Individuals with Pronated Foot. SJRM 2020; 93-101. [Persian]

2. Chen K-C, Tung L-C, Tung C-H, Yeh C-J, et al. An investigation of the factors affecting flatfoot in children with delayed motor development. Research in developmental disabilities 2014; 35(3): 639-645.

3. Dunn J, Link C, Felson D, Crincoli M, et al. Prevalence of foot and ankle conditions in a multiethnic community sample of older adults. AJE 2004; 159(5): 491-498.

4. Kothari A, Dixon P, Stebbins J, Zavatsky A, Theologis T. The relationship between quality of life and foot function in children with flexible flatfeet. Gait & posture 2015; 41(3): 786-90.

5. Lin C-J, Lai K-A, Kuan T-S, Chou Y-L. Correlating factors and clinical significance of flexible flatfoot in preschool children. IFPOS 2001; 21(3): 378-382.

6. Miyazaki T, Wada M, Kawahara H, Sato M, et al. Dynamic load at baseline can predict radiographic disease progression in medial compartment knee osteoarthritis.Annal of the rheumatic diseases 2002; 61(7): 617-622.

7. Betsch M, Schneppendahl J, Dor L, Jungbluth P, et al. Influence of foot positions on the spine and pelvis. Arthritis care & research 2011; 63(12): 1758-1765.

8. Bird AR, Bendrups AP, Payne CB. The effect of foot wedging on electromyographic activity in the erector spinae and gluteus medius muscles during walking. Gait & posture 2003; 18(2): 81-91.

9. Chuckpaiwong B, Nunley JA, Mall NA, Queen RM. The effect of foot type on in-shoe plantar pressure during walking and running. Gait & posture. 2008; 28(3): 405-411.

10. 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. Journal of biomechanics 2016; 49(9): 1705-1710. [Persian]

11. Hunt AE, Smith RM. Mechanics and control of the flat versus normal foot during the stance phase of walking. Clinical biomechanics 2004; 19(4): 391-397.

12. Castro MP, Figueiredo MC, Abreu S, Sousa H, et al. The influence of gait cadence on the ground reaction forces and plantar pressures during load carriage of young adults. Applied ergonomics 2015; 49: 41-6.

13. Lamoureux E, Sparrow WA, Murphy A, Newton RU. The effects of improved strength on obstacle negotiation in community-living older adults. Gait & posture 2003; 17(3): 273-83.

14. Munro CF, Miller DI, Fuglevand AJ. Ground reaction forces in running: a reexamination. Journal of biomechanics 1987; 20(2): 147-55.

15. Almosnino S, Kajaks T, Costigan PA. The free moment in walking and its change with foot rotation angle. BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation 2009; 1(1): 1-9.

16. Jafarnezhadgero A, Alavi Mehr S. The Effect of Thera-Band Resistance Training on the Electromyography Frequency Spectrum of Trunk and Lower Limb Muscles in Low Back Pain Patients with Pronated Feet During Walking: A Clinical Trial. Journal of Rafsanjan University of Medical Sciences 2019; 18(5): 427-440. [Persian]

17. Ziaei M, Esmaeili H, Mirshkar M. Effect of Plyometric and Theraband Tainings on Ankle Proprioception and Strength in Adolescent Soccer Players. JPSR 2020; 9(2): 16-29.

18. Aghakeshizade F, Saghari M, Shojaeddin SS. The Effect of Thera-Band Resistive Exercises on Pain, Dynamic Balance, and Function of Amateur Teenage Basketball Players. JAP 2020; 11(1): 14-24. [Persian]

19. Khodabakhshi M, Ashoori H. The Effect of 6 weeks of strength exercise with Traband on some of the variables anaerobic power in young basketball players. Research in Sport Medicine and Technology 2015; 13(10): 47-57. [Persian]

20. Maher CG. Effective physical treatment for chronic low back pain. Orthopedic Clinics 2004; 35(1): 57-64.

21. Shourabi P, Bagheri R, Ashtary-Larky D, Wong A, et al. Effects of hydrotherapy with massage on serum nerve growth factor concentrations and balance in middle aged diabetic neuropathy patients. Complementary therapies in clinical practice 2020; 39: 101-109. [Persian]

22. Stensdotter A-K, Hodges P, Mellor R, Sundelin G, Häger-Ross C. Quadriceps activation in closed and in open kinetic chain exercise. MSSE 2003; 35(12): 2043-2047.

23. Haq SA, Davatchi F. Osteoarthritis of the knees in the Copcord world. IJRD 2011; 14(2): 122-129.

24. Ciolac E, Garcez-Leme L, Greve J. Resistance exercise intensity progression in older men. International journal of sports medicine 2010; 31(06): 433-438.

25. Jafarnezhadgero AA, Majlesi M, Azadian E. Gait ground reaction force characteristics in deaf and

hearing children. Gait & posture 2017; 53: 236-240. [Persian]

26. Picciano AM, Rowlands MS, Worrell T. Reliability of open and closed kinetic chain subtalar joint neutral positions and navicular drop test. JOSPT 1993; 18(4): 553-558.

27. McWalter EJ, Cibere J, MacIntyre NJ, Nicolaou S, et al. Relationship between varus-valgus alignment and patellar kinematics in individuals with knee osteoarthritis. JBJS 2007; 89(12): 2723-2731.

28. Lange B, Chipchase L, Evans A. The effect of low-Dye taping on plantar pressures, during gait, in subjects with navicular drop exceeding 10 mm. JOSPT 2004; 34(4): 201-9.

29. Andersen LL, Andersen CH, Mortensen OS, Poulsen OM, et al. Muscle activation and perceived loading during rehabilitation exercises: comparison of dumbbells and elastic resistance. Physical therapy 2010; 90(4): 538-49.

30. Topp R, Woolley S, Hornyak III J, Khuder S, Kahaleh B. The effect of dynamic versus isometric resistance training on pain and functioning among adults with osteoarthritis of the knee. ACRM 2002; 83(9): 1187-1195.

31. Mousavi A, Arabmomeni A. The Effects of Three Comprehensive Corrective Exercise Protocols on the Correction of Flexible Flat Foot in Boy Students with Overweight. JAUMS 2021; 21(2): 157-170. [Persian]

32. Nakagawa TH, Muniz TB, Baldon RdM, Dias Maciel C, et al. The effect of additional strengthening of hip abductor and lateral rotator muscles in patellofemoral pain syndrome: a randomized controlled pilot study. Clinical rehabilitation 2008; 22(12): 1051-1060.

33. Bálint GP, Buchanan WW, Ádám A, Ratkó I, et al. The effect of the thermal mineral water of Nagybaracska on patients with knee joint osteoarthritis—a double blind study. Clinical rheumatology 2007; 26(6): 890-894.

34. Hinman RS, Heywood SE, Day AR. Aquatic physical therapy for hip and knee osteoarthritis: results of a single-blind randomized controlled trial. Physical therapy 2007; 87(1): 32-43.

35. Irandoust K, Taheri M. The effect of aquatic training on kinematic walking patterns of elderly women. International Archives of Health Sciences 2019; 6(1): 1-5. [Persian]

36. Tsourlou T, Benik A, Dipla K, Zafeiridis A, Kellis S. The effects of a twenty-four-week aquatic training program on muscular strength performance in healthy elderly women. JSCR 2006; 20(4): 811-819.

37. Chen K-M, Li C-H, Chang Y-H, Huang H-T, Cheng Y-Y. An elastic band exercise program for older adults using wheelchairs in Taiwan nursing homes: A cluster randomized trial. IJNS 2015; 52(1): 30-8.

38. Aemi SZ, Dadgar S, Pourtaghi F, Hoseini Z, Moghadam Z. The effect of exercise program using elastic band in improving the old women's health. IJOGI 2016; 18(177): 20-5.

39. Kwak C-J, Kim YL, Lee SM. Effects of elastic-band resistance exercise on balance, mobility and gait function, flexibility and fall efficacy in elderly people. JPTS 2016; 28(11): 3189-96.

40. Holviala J, Kraemer W, Sillanpää E, Karppinen H, et al. Effects of strength, endurance and combined training on muscle strength, walking speed and dynamic balance in aging men. European journal of applied physiology 2012; 112(4): 1335-47.

41. Ahn N, Kim K. Effects of an elastic band resistance exercise program on lower extremity muscle strength and gait ability in patients with Alzheimer's disease. Journal of physical therapy science 2015; 27(6): 1953-1955.

42. Buchner DM, Cress ME, De Lateur BJ, Esselman PC, Margherita AJ, Price R, et al. The effect of strength and endurance training on gait, balance, fall risk, and health services use in community-living older adults. The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences 1997; 52(4): 218-224.

43. Judge JO, Whipple RH, Wolfson LI. Effects of resistive and balance exercises on isokinetic strength in older persons. JAGS 1994; 42(9): 937-946.

44. Idland G, Sylliaas H, Mengshoel AM, Pettersen R, Bergland A. Progressive resistance training for community-dwelling women aged 90 or older; a single-subject experimental design. Disability and Rehabilitation 2014; 36(15): 1240-128.

45. Webber SC, Porter MM. Effects of ankle power training on movement time in mobility-impaired older women. MSSE 2010; 42(7): 1233-1240.

46. Rosendahl E. Fall prediction and a high-intensity functional exercise programme to improve physical functions and to prevent falls among older people living in residential care facilities 2006; 3(1): 15-24.

47. Lopopolo RB, Greco M, Sullivan D, Craik RL, Mangione KK. Effect of therapeutic exercise on gait speed in community-dwelling elderly people: a meta-analysis. Physical therapy 2006; 86(4): 520-540.

48. Mehdizadeh Mollabashi L, Safavy Bayat Z, Yagmaey F, Mehraby Y. The effect of balanced exercises on balance level of elderly in nursing homes. Journal of Urmia Nursing & Midwifery Faculty 2011; 9(4): 31-38. [Persian]

49. Hwang B. Effect of resistance excercise using elastic band on functional fitness and body composition in elderly women. Unpublished master's thesis, Kookmin University. 2006; 2(6): 25-31.

50. Patterson RM, Stegink Jansen CW, Hogan HA, Nassif MD. Material properties of thera-band tubing. Physical therapy 2001; 81(8): 1437-1445.

51. Mattos Fd, Leite N, Pitta A, Bento PCB. Effects of aquatic exercise on muscle strength and functional performance of individuals with osteoarthritis: a systematic review. Revista brasileira de reumatologia 2016; 56: 530-542.

52. Frohman AN, Okuda DT, Beh S, Treadaway K, et al. Aquatic training in MS: neurotherapeutic impact upon quality of life. ACTN 2015; 2(8): 864-72.

53. S K, V T. Effect of aquatic therapy exercises with and without the use of Jacuzzi on the lower limb strength and the quality of life in elderly women. Journal of Gerontology 2018; 3(1): 22-35.

54. Shahidi M, Minoonejad H, Rajabi R, Seidi F. Effect of Eight Weeks of Selected Aquatic Exercises on Landing Error in Male Athletes Prone to Anterior Cruciate Ligament Damage. JRM 2019; 8(1): 109-18. [Persian]

55. Jafarzadeh h, Mohamadi mf. Effect of six weeks' exercise with traband on dynamic balance of 15-17 years old soccer players with genu varum deformity. JRM 2021; 3(2):3 2-40. [Persian]

56. Hasanzadeh F, Tabatabaei h. The impact of two ressistance training methods on dynamic balance, fall risk and range of motion in active elderly women. JRM 2020;4(2):10-18.[Persian]

57. Karimi Z, Shojaedin SS. Effect of Eight Weeks of Training with and without Traband on the Range of Motion, Proprioception, Strength, and Quality of Life in Sedentary Middle-Aged Women with Knee osteoarthritis. JRM 2020; 9(1): 173-182. [Persian]

58. Lee H-C, Lee ML, Kim S-R. Effect of exercise performance by elderly women on balance ability and muscle function. JPTS 2015; 27(4): 989-92.

59. Sharma L. Proprioceptive impairment in knee osteoarthritis. Rheumatic Disease Clinics 1999; 25(2): 299-314.

60. Stergiou N, Giakas G, Byrne JE, Pomeroy V. Frequency domain characteristics of ground reaction forces during walking of young and elderly females. Clinical Biomechanics 2002; 17(8): 615-617.

61. Roemmich RT, Stegemöller EL, Hass CJ. Lower extremity sagittal joint moment production during split-belt treadmill walking. Journal of biomechanics 2012; 45(16): 2817-2821.