Iranian Journal of Rehabilitation Research in Nursing Original Article

Spring 2025, Volume 11, Issue 3 10.22034/IJRN.11.3.43

Investigating the Effect of Combined Exercises in Water with Thera-band on the Electromyographic Activity of Lower Limbs in People with Pronated Feet During Walking

Mohsen Barghamadi[1*], Ebrahim Piri[2], Khashayar AlaPour[3], Leila Saburi [4], Ali NosratiHashi[5]

1- Associate Professor of Sports Biomechanics, Department of Sports Biomechanics, Faculty of Educational Sciences and Psychology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.
2- PhD Candidate of Sports Biomechanics, Department of Sports Biomechanics, Faculty of Educational Sciences and Psychology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.
3- PhD candidate of Sports Physiology, Department of Sports Physiology, Faculty of Educational Sciences and Psychology, Islamic Azad University of Sari, Sari, Iran.
4- M.SC in Sports Biomechanics, Department of Sports Biomechanics, Faculty of Educational Sciences and Psychology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.
5- PhD Candidate of Sports Physiology, Department of Sports Physiology, Faculty of Educational Sciences and Psychology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.

Corresponding Author: Mohsen Barghamadi, Associate Professor of Sports Biomechanics, Department of Sports Biomechanics, Faculty of Educational Sciences and Psychology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.
Email: barghamadi@uma.ac.ir

Received: 2024/04/3 Accepted: 2024/10/21

Abstract

Introduction: Pronated foot is one of the most common abnormalities of the lower limbs. Therefore, this study aimed to investigate the effect of combined exercises in water with the band on the electromyographic activity of the lower limbs in people with pronated feet while walking.

Methods: The present research was semi-experimental and laboratory-type. The statistical sample included 20 men with Pronated feet and 10 men with healthy feet in three groups of 10, including training in water, training in water with Traband, and control. The mentioned exercises were Performed for 8 weeks on People with Pronated feet. The electrical activity of the lower limb muscles was measured using surface electromyography. One-way analysis of variance was used to compare the results between groups. The Performance of the groups was compared using the Bonferroni Post hoc test.

Results: The results showed that the electrical activity of the anterior tibialis muscle (P=0.001), vastus medialis (P=0.001), rectus femoris (P=0.001), and biceps femoris muscle (P=0.008) during the heel contact phase was a significant increase in the water training group with theraband (P=0.001). The results in the mid-stance phase of walking showed that the activity of the anterior tibialis muscle in the water training group with theraband significantly decreased (P=0.001). The results in the swing phase of walking showed that the activity of the medial gastrocnemius (P=0.011) and vastus medialis muscle (P=0.007) in the group training in water with theraband significantly decreased.

Conclusions: According to the research findings, combined in-water exercises with theraband can have Positive effects on the absorption and adjustment of the resulting shocks due to the significant level of effects of this group compared to the water exercise group from walking.

Keywords: Hydrotherapy, Thera-Band, Electrical Activity Muscle, Pronated Foot, Gait.

[Downloaded from ijrn.ir on 2026-10-13]

[DOI: 10.22034/IJRN.11.3.43]

نشریه پژوهش توانبخشی در پرستاری
مقاله پژوهشی

بهار ۱۴۰۴، دوره ۱۱، شماره ۳

10.22034/IJRN.11.3.43

بررسی تاثیر تمرینات ترکیبی در آب به همراه تراباند بر فعالیت الکتریکی عضلات اندام تحتانی در افراد مبتلا به پای پرونیت طی راه‌رفتن

محسن برغمدی[1*]، ابراهیم پیری[2]، خشایار علاپور[3]، لیلا صبوری[4]، علی نصرتی هشی[5]

۱- دانشیار بیومکانیک ورزشی، گروه بیومکانیک ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.
۲- دانشجوی دکتری بیومکانیک ورزشی، گروه بیومکانیک ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.
۳- دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزشی، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی، ساری، ایران.
۴- کارشناس ارشد بیومکانیک ورزشی، گروه بیومکانیک ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.
۵- دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزشی، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

نویسنده مسئول: محسن برغمدی، دانشیار بیومکانیک ورزشی، گروه بیومکانیک ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.
ایمیل: barghamadi@uma.ac.ir

دریافت مقاله: ۱۴۰۳/۰۱/۱۵ پذیرش مقاله: ۱۴۰۳/۰۷/۳۰

چکیده

مقدمه: پای پرونیت یکی از ناهنجاری های شایع اندام تحتانی است. لذا هدف از مطالعه حاضر بررسی تاثیر تمرینات ترکیبی در آب با تراباند بر فعالیت الکترومایوگرافی اندام تحتانی در افراد دارای پای پرونیت طی راه‌رفتن بود.

روش کار: پژوهش حاضر از نوع نیمه تجربی و آزمایشگاهی بود. نمونه آماری شامل ۲۰ مرد دارای پای پرونیت و ۱۰ مرد دارای پای سالم در سه گروه ۱۰ نفری شامل تمرین در آب، تمرین در آب با تراباند و کنترل بودند. تمرینات مذکور به مدت ۸ هفته روی افراد دارای پای پرونیت انجام شد. فعالیت الکتریکی عضلات اندام تحتانی با استفاده از الکترومایوگرافی سطحی اندازه گیری شد. برای مقایسه نتایج بین گروهی از آزمون آنالیز واریانس یک راهه استفاده شد. مقایسه عملکرد گروه ها با استفاده از تست تعقیبی بونفرونی صورت گرفت.

یافته ها: نتایج طی مرحله تماس پاشنه پا با زمین نشان داد که فعالیت الکتریکی عضله ساقی-قدامی (P=۰/۰۰۱)، پهن داخلی (P=۰/۰۰۱)، راست رانی (P=۰/۰۰۱) و دوسررانی (P=۰/۰۰۸) در مرحله پس‌آزمون در گروه تمرین در آب به همراه تراباند افزایش معنی داری داشت (P=۰/۰۰۱). نتایج در مرحله پیشروی راه‌رفتن نشان داد که فعالیت عضله ساقی قدامی در گروه تمرین در آب به همراه تراباند کاهش معنی‌داری داشت (P=۰/۰۰۱). نتایج در مرحله نوسان راه‌رفتن نشان داد که فعالیت عضله دوقلوی داخلی (P=۰/۰۱۱)، پهن داخلی (P=۰/۰۰۷) در گروه تمرین در آب به همراه تراباند کاهش معنی داری داشت.

نتیجه گیری: با توجه به یافته های پژوهش به نظر می رسد که تمرینات ترکیبی درون آب به همراه تراباند به دلیل بالاتر بودن میزان معنی‌داری اثرات این گروه نسبت به گروه تمرین در آب می تواند اثرات مثبتی بر جذب و تعدیل شوک های ناشی از راه رفتن داشته باشد.

کلیدواژه ها: آب درمانی، تراباند، فعالیت الکتریکی عضلات، پای پرونیت، راه رفتن.

[Downloaded from ijm.ir on 2026-10-13]

[DOI: 10.22034/IJRN.11.3.43]

مقدمه

پای پرونیت، یکی از ناهنجاری های مزمن محسوب می شود که شامل صاف شدن قوس طولی-داخلی (Internal Longitudinal Arch، ILA)، والگوس عقبی و ابداکشن میانی کف پا می باشد (۱). این عارضه در بزرگسالان، ۲۳-۲ درصد گزارش شده است. با توجه به عارضه های گوناگون در اندام تحتانی، یکی از عواملی که می تواند آسیب هنگام راه‌رفتن را تشدید کند، عارضه پرونیشن پا است. آسیب های مرتبط با راه‌رفتن در افراد دارای پرونیشن پا علت های مختلفی دارد، که می توان به افت استخوان ناوی و متعاقب آن تغییر در فعالیت الکتریکی عضلات ساق و کف پا، اختلال در تعادل، درد تاندون آشیل، کشیدگی همسترینگ و عضلات چهارسر ران اشاره نمود (۲, ۳). عواملی دیگری مانند چاقی، آسیب های وارده به رباط های پا و کاهش سطح مقطع ماهیچه های داخلی پا، نیز مرتبط با پای پرونیت گزارش شده اند که نشان می دهد عملکرد پا مختل شده است. به نحوی که با بروز بیشتر تاندونیت کف پا همراه بوده است (۴). علاوه بر این، صافی کف پا، با فاسیای کف پا، هالکوس والگوس و اختلال عملکرد تاندون تیبیال خلفی همراه است. پای پرونیت به عنوان یک خطر بالقوه برای آسیب های اندام تحتانی مانند، پارگی رباط صلیبی قدامی، سندرم درد کشکک ران و درد مفصل ران در نظر گرفته شده است (۵). افرادی که با اختلال در قوس های کف پا روبه رو هستند، پاتومکانیک های مختلفی را تجربه می کنند. پیامدهای فیزیولوژیکی بر اساس عملکرد زنجیره ای بدن در مبتلایان به این عارضه ممکن است ابتدا از مشکلاتی همانند زانودرد، کمردرد و کاهش کیفیت زندگی خود شکایت کنند، از طرفی با توجه به مکانیک نوع راه رفتن این بیماران شاهد تغییراتی در شکل پا، درد شدید پاشنه و انگشت چکشی خواهند بود (۶). در این ناهنجاری، عضلات اینورتور مانند درشت نی قدامی، فعالیت بیشتری دارند و عضلات اورتور از قبیل عضلات، نازک نی بلند، فعالیت کمتری نسبت به عضلات افراد سالم دارند (۷). در همین راستا جعفرنژادگرو و همکاران (۸)، اظهار داشتند که دامنه فعالیت الکتریکی عضله ساقی قدامی در بیماران مبتلا به کمر درد دارای پای پرونیت فعالیت بیشتری نسبت به افراد سالم دارد.

انجام تمرینات در آب با ترابانـد راهی به صرفه و سریع برای رسیدن به نتیجه مطلوب است. تمرینات ترابانـد، اثرگذاری زیادی برروی کاهش عوارض پای پرونیت دارند. ترابانـد، باندکشی است که خاصیت کش سانی دارد و به لحاظ هزینه بسیار سودمند است (۹). تمرین با ترابانـد یک تمرین قدرتی پیشرونده است که در توانبخشی به دلیل کم هزینه بودن و تنوع زیاد، جایگاه ویژه ای دارد. تمرین با ترابانـد برای بهبود عملکرد سیستم عصبی-عضلانی و افزایش قدرت عضلانی تاثیر دارد (۱۰). در همین راستا موسوی و همکاران (۲۰۲۱)، استفاده از تمرین ترابانـد و تمرینات مقاومتی در آب را برای کاهش شدت ناهنجاری کف پای صاف آزمودنی های دارای اضافه وزن را موثر گزارش کردند (۱۱). همچنین، تمرینات در آب، از جمله برنامه های تمرینی اساسی برای افزایش آمادگی جسمانی و فیزوترواپی هستند که راهی مناسب در درمان فیزیکی فعال در ناهنجاری ها و آسیب ها است. تمرین در آب، به دلیل این که نیروی جاذبه و بارگذاری روی مفاصل کاهش می یابد، در حالی که خود آب مقاومتی نسبت به حرکت ایجاد می کند بسیار مفید است. علاوه بر این، تمرین در آب تحت تاثیر خاصیت ویسکوزیته است که هشت برابر میزان خشکی می باشد و اجسام متحرک در آب به علت اعمال نیروی شناوری سبک تر از خشکی هستند (۱۲). ماهر و همکاران در تحقیقی تاثیر تمرینات در آب را بر درمان این ناهنجاری را موثر دانسته اند (۱۳). 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، همچنین تحقیقات نشان داده است که تمرین در آب باعث افزایش انعطاف پذیری عضلات می شود (۱۲). این روش تقریبا کم هزینه، مقرون به صرفه، و بدون هر گونه عوارض جانبی است.

از طرفی تحقیقات، نشان داده اند که داده های الکترومایوگرافی برای ارزیابی قدرت عملکردی عضلات استفاده می شوند. ثبت فعالیت واحدهای حرکتی داده های الکترومایوگرافی، هنگام انجام تمرینات یا فعالیت های عملکردی، مانند راه رفتن و دویدن ثبت می گردند. فرکانس الکترومایوگرافی، به عنوان پارامتری، تحت تاثیر علم شناخت ابعاد بدن قرار می گیرد. همچنین اطلاعاتی در مورد الگوی فعالیت فیبر عضلانی و پتانسیل عمل و واحد حرکتی ارائه می دهد (۱۴). که برای بررسی میزان تغییرات در اندام

[Downloaded from ijm.ir on 2026-10-13]

[DOI: 10.22034/IJRN.11.3.43]

تحتانی استفاده می گردد. به دلیل مزیت تمرین در آب و کم هزینه بودن تمرین با تراباند و این که استفاده از تراباند در آب یک تمرین قدرتی در آب محسوب می شود، و این که این تمرینات در بهبود ناکارآمدی های عضلانی و دردهای ناشی از این ناهنجاری تاثیرات قابل توجهی دارند، لذا هدف از این پژوهش بررسی اثر تمرینات ترکیبی در آب به همراه تراباند بر فعالیت الکترومایوگرافی عضلات اندام تحتانی در افراد دارای پای پرونیت طی راه‌رفتن بود.

روش کار

روش پژوهش حاضر از نوع نیمه تجربی و کاربردی بود. با توجه به نرم افزار G*Power3.1 حجم نمونه در هر سه گروه ۱۰ نفر برآورد شد تا اندازه اثر ۰/۸، با توان آماری ۰/۸ در سطح معنی داری ۰/۰۵ حاصل شود (۱۵). جامعه آماری پژوهش حاضر شامل ۳۰ دانشجوی پسر دانشگاه محقق اردبیلی با دامنه سنی ۳۲-۲۲ سال، دارای پای پرونیت بودند که در سه گروه ۱۰ نفری شامل گروه تمرین در آب، تمرین در آب به همره تراباند با دارا بودن افت ناوی بالای ده میلی متر و در افراد سالم که دارای عدم اختلاف در طول پاها بودند به عنوان گروه کنترل تقسیم گردیدند. پای راست طی آزمون شوت فوتبال به عنوان پای برتر تمامی آزمودنی ها مشخص گردید (۱۶). معیار ورود آزمودنی ها داشتن علائم پای پرونیت منعطف از جمله بالا بودن مقادیر افت استخوان ناوی بالای ۱۰ میلی متر و زاویه پشت پا بین استخوان درشت نی و پاشنه مشخص شد. داشتن مشکلات عصبی-عضلانی در اندام تحتانی و همچنین تعهد آزمودنی ها نسبت به پژوهش و حضور منظم در اجرای تمرینات بود و معیارهای خروج شامل داشتن سابقه جراحی، دررفتگی ها و شکستگی های مچ پا و اختلالات کف پا به جز پای پرونیت و هر گونه فعالیت سنگین و مغایر با تمرینات استفاده شده در این پژوهش بود. از آمودنی ها رضایت نامه کتبی مبنی بر شرکت آگاهانه در آزمون گرفته شد.

پژوهش فوق در دو مرحله شامل پیش آزمون و پس از هشت هفته پروتکل تمرینی انجام شد. بعد از قرارگیری الکترودها روی عضلات مورد نظر، آزمودنی ها راه رفتن را در مسیر آزمایشگاه که ۱۰ متر بود در سه تکرار انجام دادند. آزمودنی ها قبل از اجرای تمرینات به مدت ۱۵ دقیقه حرکات گرم کردن پویا را انجام دادند. بعد از انجام تمرینات حرکات سرد کردن به مدت ۵ دقیقه انجام داده شد (۱۷). نوارهای تراباند (Thera- Band)، با توجه به میزان مقاومتی که دارند از مقاومت پایین به بالا به ترتیب (زرد، قرمز، آبی) با توجه به اصل اضافه بار جهت انجام تمرینات مقاومتی در آب و خشکی مورد استفاده قرار گرفت. به دلیل محدودیت در اجرای حرکات از سه رنگ مذکور استفاده گردید. تمرینات از شدت پایین شروع و با افزایش عملکرد آزمودنی افزایش می یافت بدین ترتیب که از تراباند زرد رنگ برای شدت تمرینی پایین استفاده گردید و رنگ تراباند بر اساس میزان مقاومتی که ایجاد می کنند با افزایش توان آزمودنی از رنگ زرد به قرمز تغییر می یافت (۱۸). به منظور انجام تمرینات گروه مورد نظر حوضچه ایی به عمق ۹۸ سانتی متر تهیه شد. لازم به ذکر است دمای آب حوضچه برای آزمودنی ها ۲۹ درجه سانتی گراد و با PH =۷/۶ اعمال شد.

آزمودنی ها کوشش راه رفتن را در مسیر ۱۰ متری آزمایشگاه پس از قرارگیری الکترودها روی عضلات انجام دادند. هر مرحله با سه کوشش صحیح ثبت شد. کوششی صحیح در نظر گرفته شد که سیگنال الکترومایوگرافی تمامی عضلات به صورت صحیح ثبت شده باشد (۱۹). میزان فعالیت عضله ساقی-قدامی، دوقلوی داخلی، پهن داخلی، پهن خارجی، راست رانی، دوسررانی، نیمه وتری، و عضله سرینی میانی پای سمت راست آزمودنی ها طی راه‌رفتن ثبت شد. برای ثبت فعالیت الکتریکی عضلات از دستگاه الکترومایوگرافی بایومتریک (Biometrics ltd, UK) ۸ کاناله بی سیم و الکترودهای سطحی مدل دو قطبی ساخت کشور انگلستان استفاده شد. فیلترهای پایین گذر ۵۰۰ هرتز و بالاگذر ۱۰ هرتز و همچنین ناچ فیلتر (برای حذف نویز برق شهری) ۶۰ هرتز جهت فیلترینگ داده های خام الکترومایوگرافی انتخاب شد (۲۰). محل عضلات منتخب و اعمالی مانند تراشیدن محل الکترودگذاری و تمیز کردن با الکل (۷۰ درصد اتانول- C2H5OH) طبق توصیه نامه سینام (SENIAM) انجام شد (۲۱). جهت تحلیل داده های الکترومایوگرافی از برنامه بایومتریک دیتالیت استفاده شد. نرمال بودن داده ها با استفاده از آزمون شاپیرو-ویلک تایید شد. به علاوه از آزمون آنالیز واریانس چند متغیره استفاده شد. تمام تحلیل ها در سطح معنی داری $P<۰/۰۵$ و با استفاده از نرم افزار (SPSS) نسخه ۲۳ انجام پذیرفت.

پروتکل تمرینی گروه تمرین در آب و تراباند

پروتکل تمرینی بر اساس دستورالعمل تجویز ورزشی کالج

[Downloaded from ijm.ir on 2026-10-13]

[DOI: 10.22034/IJRN.11.3.43]

آمریکایی طب ورزش، بود (۱۸). بر اساس رعایت قوانین تطابق فیزیولوژیکی، حرکاتی مانند راه‌رفتن به جلو و عقب و گام برداشتن به پهلو به مدت ۱۰تا ۱۵ دقیقه جهت گرم کردن آزمودنی ها و در ادامه حدود ۴۵ دقیقه تمرینات اصلی و در پایان تمرینات به مدت ۵ دقیقه با هدف سرد کردن آزمودنی ها اعمال شد (۲۲). همچنین مدت زمان انجام حرکات در هر نوبت معادل ۳۰ ثانیه، و برای حرکات تعدادی، تعداد ۱۲-۸ حرکت بسته به آمادگی آزمودنی ها در ۳ نوبت طراحی شد (۲۲). گروه تجربی 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 (۲۳). به علاوه حجم تمرین با افزایش تعداد ست ها نیز افزایش یافت (۲۴).

جدول ۱. پروتکل تمرینی گروه تجربی

تمرین در آب	تمرین در آب با تراباند
راه‌رفتن به جلو و عقب (۳۰ثانیه*۳)	اسکات (۱۴*۳)
حرکت قیچی و پای کرال سینه(۱۰*۳)	اسکات تکپا (۱۴*۳)
راه‌رفتن روی پنجه و پاشنه (۳۰ثانیه*۳)	آدداکشن هیپ
بالا رفتن از پله در آب (۱۰*۳)	آبداکشن هیپ
بالا رفتن جانبی از پله در آب (۱۰*۳)	فلکشن هیپ
اسکات و اسکات تک پا (۱۰*۳)	اکستنشن هیپ
فلکشن ران (۱۰*۳)	فلکشن و اکستنشن ساق
گام به پهلو (۱۰*۳)	فلکشن و اکستنشن مچ پا
در جا زدن در آب با زانو بلند (۱۰*۳)	اورژن و اینورژن مچ پا

شکل ۱. نمونه ایی از تمرینات گروه تجربی

روش آماری

نرمال بودن داده ها با استفاده از آزمون شاپیروویلک مورد تایید قرار گرفت (P>۰/۰۵). برای مقایسه نتایج بین گروهی از آزمون آنالیز واریانس یک راهه و برای مقایسه عملکرد گروه ها از تست تعقیبی بونفرونی استفاده شد. تمامی تحلیل آماری با استفاده از spss نسخه ۲۳ انجام شد.

یافته ها

بر اساس جدول ۲، شاخص های توصیفی آزمودنی ها ارائه شده است. نتایج پژوهش حاضر نشان داد که تفاوت معنی‌داری در میانگین و انحراف استاندارد دامنه فعالیت الکتریکی عضلات اندام تحتانی، بین پیش آزمون سه گروه کنترل، آب درمانی و آب درمانی با تراباند طی راه‌رفتن وجود نداشت (P>۰/۰۵).

[Downloaded from ijm.ir on 2026-10-13]

[DOI: 10.22034/IJRN.11.3.43]

جدول۲. شاخص های توصیفی قد، وزن و شاخص توده بدنی در گروه های تجربی و کنترل.

متغیرها	گروه تمرین در آب	گروه تمرین در آب با تراباند	گروه کنترل	مقدار-P
	میانگین± انحراف معیار	میانگین± انحراف معیار	میانگین± انحراف معیار	
سن (سال)	۲۶/۳۳± ۳/۵۲	۲۵/۷۸± ۲/۲۴	۲۶/۹۱± ۱/۰۳	۰/۲۱۰
قد (سانتی متر)	۱۷۸/۷۴± ۲/۴۲	۱۷۶/۱۷± ۴/۹۴	۱۷۵/۴۷± ۱/۸۷	۰/۷۴۵
وزن (کیلوگرم)	۷۹/۷۸± ۱/۲۵	۷۹/۸۰± ۲/۷۴	۷۸/۲۵± ۲/۳۹	۰/۳۵۲
شاخص توده بدنی (kg/m^2)	۲۳/۱۷± ۰/۷۴	۲۳/۸۵± ۱/۶۴	۲۴/۶۹± ۰/۱۳	۰/۱۱۰

نتایج جدول ۳ طی مرحله تماس پاشنه با زمین نشان داد که فعالیت الکتریکی عضله ساقی-قدامی (P=۰/۰۰۱)، پهن داخلی (P=۰/۰۰۱)، راست رانی (P=۰/۰۰۱) و دوسررانی (P=۰/۰۰۸) در مرحله پس‌آزمون در گروه تمرین در آب به همراه تراباند افزایش معنی داری داشت (P=۰/۰۰۱). همچنین فعالیت الکتریکی عضله سرینی میانی طی فاز تماس پاشنه پا با زمین در گروه تمرین در آب افزایش معنی داری طی پس آزمون در مقایسه با پیش آزمون نشان داد (P=۰/۰۲۱).

جدول۳. نتایج درون گروهی و برون گروهی عضلات اندام تحتانی در مرحله تماس پاشنه با زمین طی راه رفتن

عضلات	گروه	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	میانگین تغییرات	P
ساقی قدامی	تمرین در آب	۴۷/۷۳±۶/۴۷	۵۱/۹۳±۸/۱۸	۴/۱۹±۱۲/۲۴	۰/۳۰۷
	تمرین در آب به همراه تراباند	۴۵/۶±۱۱/۹۷	۶۵/۷۶±۷/۰۱	۲۰/۱۶ ± ۱۱/۴۱	*۰/۰۰۱
	کنترل	۴۲/۱±۹/۲۹	۴۳/۳۸±۸/۸۲	۱/۲۸ ± ۴/۳۱	۰/۳۷۱
	P	۰/۴۲۰	*۰/۰۰۱		
دوقلوی داخلی	تمرین در آب	۱۷/۷۹±۲/۵۹	۱۷/۷۹±۲/۵۹	۲/۰۶ ± ۱۰/۴۷	۰/۵۴۹
	تمرین در آب به همراه تراباند	۱۵/۹۲±۵/۷۵	۱۹/۱۱±۴/۵۰	۳/۱۹ ± ۷/۶۳	۰/۲۱۹
	کنترل	۱۴/۳±۳/۱۶	۱۶/۲۲±۲/۵۳	۱/۹۲ ± ۳/۲۲	۰/۰۹۲
	P	۰/۱۷۹	۰/۳۷۷		
پهن خارجی	تمرین در آب	۱۸/۵۳±۱۳/۹۸	۳۲/۲۷±۱۸/۹۶	۱۳/۷۳ ±۲۵/۲۳	۰/۱۱۹
	تمرین در آب به همراه تراباند	۳۸/۴۴±۱۶/۷۷	۴۱/۲۷±۷/۵۱	۲/۹۳ ±۲۰/۰۳	۰/۶۳۷
	کنترل	۳۹/۶±۶/۶۱	۴۱/۶۵±۷/۶۱	۲/۰۵ ± ۴/۰۴	۰/۱۴۲
	P	*۰/۰۰۲	۰/۱۸۷		
پهن داخلی	تمرین در آب	۲۰/۲۶±۵/۳۳	۲۰/۲۶±۵/۳۳	۱/۸۱ ± ۲۱/۶۸	۰/۷۹۷
	تمرین در آب به همراه تراباند	۲۳/۲۱±۱۵/۳۱	۳۶/۳۳±۸/۵۱	۱۳/۱۱ ±۲۰/۶۵	*۰/۰۰۱
	کنترل	۱۹/۲۱±۱/۷۴	۲۰/۴۱±۲/۰۱	۳/۱۸ ± ۱/۶۹	۰/۰۷۶
	P	۰/۰۵۸	*۰/۰۴۹		
راست رانی	تمرین در آب	۲۸/۵۸±۸/۹۵	۳۰/۲۸±۱۴/۳۷	۱/۶۹ ± ۹/۹۴	۰/۶۰۲
	تمرین در آب به همراه تراباند	۱۸/۳۲±۱۵/۰۱	۲۷/۸۶±۱۵/۴	۹/۵۴ ± ۱۴/۷۳	*۰/۰۰۱
	کنترل	۳۰/۵±۵/۸۱	۳۳/۵۸±۶/۰۹	۳/۰۸ ±۱/۳۷	۰/۰۷۱
	P	۰/۶۰۴	*۰/۰۳۵		
دوسررانی	تمرین در آب	۲۴/۰۳±۴/۸	۳۰/۲۶±۱۲/۴۳	۶/۲۳ ±۱۳/۰۶	۰/۱۶۶
	تمرین در آب به همراه تراباند	۲۰/۹۱±۶/۱۶	۳۶/۲۲±۱۰/۸۱	۵/۵۱ ±۱۰/۰۲	*۰/۰۰۸
	کنترل	۱۸/۸±۳/۳۵	۲۱/۳۲±۳/۳۸	۲/۵۲ ±۲/۳۷	۰/۱۲۸
	P	۰/۳۲۷	*۰/۰۳۰		

[Downloaded from ijm.ir on 2026-10-13]

[DOI: 10.22034/IJRN.11.3.43]

نیمه وتری	تمرین در آب	۲۱/۲۱±۵/۲۱	۲۴/۷۶±۱۰/۸۶	۳/۵۵ ±۹/۸۱	۰/۲۸۱
	تمرین در آب به همراه تراباند	۲۵/۴۴±۸/۹۳	۲۵/۶۳±۱۰/۱۹	۰/۱۸ ±۱۳/۸۴	۰/۹۶۷
	کنترل	۲۴/۷±۴/۹۴	۲۶/۹۸±۶/۲۲	۳/۲۸ ± ۲/۰۰	۰/۵۸۱
	P	۰/۰۷۲	۰/۱۳۹		
سرینی میانی	تمرین در آب	۱۷/۲۵±۷/۶۵	۲۸/۸۱±۹/۹۳	۱۱/۵۵ ±۱۳/۱۵	*۰/۰۲۱
	تمرین در آب به همراه تراباند	۱۸/۴۲±۷/۹۷	۲۲/۹۴±۱۲/۵۷	۴/۵۲ ±۱۰/۵۶	۰/۲۰۹
	کنترل	۱۷/۸±۳/۳۵	۱۵/۴۲±۶/۶۴	۲/۳۷ ±۷/۷۱	۰/۳۵۶
	P	۰/۹۲۶	*۰/۰۲۱		

نتایج جدول ۴ در مرحله پیشروی راه‌رفتن نشان داد که فعالیت عضله ساقی قدامی در گروه تمرین در آب به همراه تراباند کاهش معنی‌داری داشت (P=۰/۰۰۱). همچنین نتایج در مرحله پیشروی پا طی رافتن نشان داد که فعالیت عضله دوقلوی داخلی (P=۰/۰۲۷) و دوسررانی (P=۰/۰۳۶) در مرحله پس آزمون در مقایسه با پیش آزمون افزایش معنی داری داشت.

جدول٤. مقایسه نتایج درون گروهی و برون گروهی فعالیت عضلات اندام تحتانی در مرحله پیشروی راه رفتن.

عضلات	گروه	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	میانگین تغییرات	P
ساقی قدامی	تمرین در آب	۱۵/۹۹±۳/۷۹	۱۵/۷۷±۱/۷۱	۰/۲۱ ±۴/۱۶	۰/۸۷۲
	تمرین در آب به همراه تراباند	۱۸/۰۷±۲/۸۷	۱۵/۸۹±۵/۸۲	۲/۱۸ ± ۷/۴۰	*۰/۰۰۱
	کنترل	۱۹/۲±۳/۶۷	۲۱/۸۷±۳/۳۱	۷/۶۲ ±۱/۵۴	۰/۳۷۵
	P	۰/۱۳۱	*۰/۰۰۲		
دوقلوی داخلی	تمرین در آب	۳۳/۴۴±۴/۵۸	۳۵/۵۷±۸/۲۵	۲/۱۲ ± ۱۰/۴۰	۰/۵۳۴
	تمرین در آب به همراه تراباند	۲۷/۰۶±۴/۸۵	۳۲/۵۵±۳/۹۰	۵/۴۸ ±۶/۶۰	*۰/۰۲۷
	کنترل	۲۵/۲±۶/۵۲	۲۷/۰۷±۵/۸۹	۱/۸۷ ± ۱/۴۸	۰/۱۰۳
	P	۰/۲۰۵	*۰/۰۱۸		
پهن خارجی	تمرین در آب	۱۲/۷۵±۱/۳۱	۱۶/۵۱±۴/۲	۳/۷۶ ±۴/۴۵	۰/۷۲۵
	تمرین در آب به همراه تراباند	۲۰/۱۴±۸/۹۹	۱۶/۸۶±۲/۵۸	۳/۲۷ ±۱۰/۳۴	۰/۳۴۳
	کنترل	۱۸/۷±۴/۳۲	۲۱/۰۸±۴/۳۶	۲/۳۸ ± ۰/۹۱	۰/۸۰۱
	P	۰/۴۵۲	۰/۱۲۱		
پهن داخلی	تمرین در آب	۲۰/۵۷±۶/۹۱	۱۸/۲۹±۲/۸۶	۲/۲۸ ± ۸/۲۶	۰/۴۰۶
	تمرین در آب به همراه تراباند	۲۲/۰۱±۱۱/۱۶	۲۱/۲۸±۵/۵۱	۰/۷۳ ± ۱۳/۴۲	۰/۸۶۷
	کنترل	۲۱/۵±۶/۰۴	۲۳/۸۸±۶/۴۴	۲/۳۸ ± ۰/۹۱	۰/۴۷۱
	P	۰/۹۲۷	۰/۱۷۰		
راست رانی	تمرین در آب	۱۸/۵۸±۱۱/۷۸	۱۷/۲۶±۷/۸۲	۱/۳۱ ± ۱۰/۶۷	۰/۷۰۵
	تمرین در آب به همراه تراباند	۲۳/۰۷±۱۰/۷۵	۲۴/۲۳±۳/۷۳	۱/۱۶ ± ۱۰/۰۷	۰/۷۲۴
	کنترل	۲۰/۲±۴/۲۳	۲۲/۳۷±۴/۲۰	۲/۱۷ ±۱/۱۹	۰/۵۸۱
	P	۰/۵۷۲	۰/۲۲۶		
دوسررانی	تمرین در آب	۲۱/۸۳±۳/۷۳	۱۸/۴۵±۴/۱۴	۳/۳۸ ±۴/۰۲	۰/۷۲۶
	تمرین در آب به همراه تراباند	۹/۰۱±۳/۸۲	۲۰/۴۰±۵/۵۷	۳/۹۲ ±۵/۰۲	*۰/۰۳۶
	کنترل	۸/۲±۲/۳۴	۱۱/۶۷±۳/۱۰	۳/۹۴ ± ۳/۱۰	۰/۲۵۳
	P	۰/۵۲۱	*۰/۰۰۱		

[Downloaded from ijm.ir on 2026-10-13]

[DOI: 10.22034/IJRN.11.3.43]

نیمه وتری	تمرین در آب	۱۶/۶۳±۸/۷۷	۱۸/۱۴±۴/۶۰	۱/۵۰ ±۱۰/۶۶	۰/۶۶۵
	تمرین در آب به همراه تراباند	۲۳/۲۵±۱۴/۹۴	۲۰/۹۵±۸/۶۳	۲/۳۰ ± ۲۰/۱۴	۰/۷۲۶
	کنترل	۲۲/۵۱±۴/۴۵	۲۴/۶۷±۴/۱۶	۲/۱۷ ± ۰/۷۲	۰/۳۶۱
	P	۰/۳۰۸	۰/۲۷۶		
سرینی میانی	تمرین در آب	۲۰/۲۸±۳/۹۵	۱۹/۹۲±۴/۱۵	۰/۳۵ ± ۶/۴۳	۰/۸۶۶
	تمرین در آب به همراه تراباند	۲۰/۳۲±۳/۹۸	۲۰/۶۹±۱۰/۷۷	۰/۳۶ ± ۱۳/۷۷	۰/۹۳۴
	کنترل	۱۷/۸±۴/۶۶	۲۱/۲۷±۳/۲۹	۳/۴۷ ± ۲/۹۱	۰/۱۱۴
	P	۰/۳۲۴	۰/۹۰۹		

نتایج جدول ۵ در مرحله نوسان راه‌رفتن نشان داد که فعالیت عضله دو قلوی داخلی (P=۰/۰۱۱)، پهن داخلی (P=۰/۰۰۷) در گروه تمرین در آب به همراه تراباند کاهش معنی داری داشت. به علاوه نتایج حاکی از آن بود که فعالیت الکتریکی عضله راست رانی در مرحله پس آزمون در مقایسه با پیش آزمون افزایش معنی داری داشت (P=۰/۰۱۳).

جدول۵. مقایسه نتایج درون گروهی و برون گروهی فعالیت عضلات اندام تحتانی در مرحله نوسان راه رفتن.

عضلات	گروه	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	میانگین تغییرات	P
ساقی قدامی	تمرین در آب	۱۸/۱۰±۲/۳۳	۲۰/۲۶±۵/۳۳	۲/۱۶ ± ۶/۳۲	۰/۳۰۸
	تمرین در آب به همراه تراباند	۲۰/۳۲±۳/۹۸	۱۸/۵۲±۳/۳۸	۱/۸۰± ۴/۴۷	۰/۲۳۵
	کنترل	۱۸/۳±۴/۳۲	۱۷/۵۰±۳/۹۵	۰/۵۰ ± ۱/۵۸	۰/۳۴۳
	P	۰/۲۹۰	۰/۳۶۲		
دوقلوی داخلی	تمرین در آب	۲۱/۰۰±۴/۳۷	۱۸/۳۸±۲/۵۶	۲/۶۱ ± ۳/۶۵	۰/۰۵۰
	تمرین در آب به همراه تراباند	۲۴/۹±۲/۷۶	۱۸/۸۰±۵/۶۹	۶/۰۹ ± ۶/۰۶	*۰/۰۱۱
	کنترل	۲۲/۳±۴/۴۹	۲۱/۹±۴/۷۰	۰/۴۰± ۱/۲۶	۰/۳۴۳
	P	۰/۰۹۹	۰/۱۸۴		
پهن خارجی	تمرین در آب	۲۴/۷۸±۴/۴۴	۲۶/۲۴±۸/۹۲	۱/۴۵ ± ۱۱/۹۲	۰/۷۰۸
	تمرین در آب به همراه تراباند	۳۰/۰۶±۲۱/۴۶	۲۲/۴۹±۸/۲۴	۷/۵۷ ±۲۶/۲۲	۰/۳۸۵
	کنترل	۲۸/۷±۴/۵۹	۲۸/۲±۳/۹۳	۰/۵۰ ± ۱/۵۸	۰/۳۴۳
	P	۰/۶۴۳	۰/۲۳۱		
پهن داخلی	تمرین در آب	۲۲/۸±۳/۸۸	۲۲/۳۲±۶/۴	۰/۴۷ ± ۷/۴۱	۰/۸۴۳
	تمرین در آب به همراه تراباند	۲۸/۳±۴/۳۲	۲۰/۱۲±۷/۱۴	۸/۱۷ ± ۷/۵۱	*۰/۰۰۷
	کنترل	۳۰/۳±۵/۶۱	۲۹/۳۲±۴/۷۱	۱/۰۰ ± ۳/۱۶	۰/۳۴۳
	P	۰/۱۰۴	*۰/۰۰۷		
راست رانی	تمرین در آب	۲۲/۶±۳/۹۷	۲۵/۲۸±۳/۸۷	۲/۶۸ ± ۲/۷۳	*۰/۰۱۳
	تمرین در آب به همراه تراباند	۲۳/۴±۴/۵۲	۲۲/۰۱±۶/۶۳	۱/۳۸ ± ۸/۱۷	۰/۶۰۶
	کنترل	۲۵/۳۷±۳/۸۳	۲۵/۴۲±۲/۵۳	۰/۱۰ ± ۰/۳۱	۰/۳۴۳
	P	۰/۳۳۷	۰/۲۶۵		
دوسررانی	تمرین در آب	۲۰/۳۵±۳/۷۰	۱۸/۳۱±۶/۰۹	۲/۰۴ ±۶/۰۴	۰/۳۱۲
	تمرین در آب به همراه تراباند	۲۶/۰۰±۴/۵۴	۱۹/۳۹±۶/۴۴	۶/۶۰± ۱۰/۱۰	۰/۰۶۹
	کنترل	۲۷/۸۵±۵/۴۳	۲۶/۳۸±۴/۴۹	۰/۵۰ ± ۱/۵۸	۰/۳۴۳
	P	۰/۸۲۵	۰/۶۰۵		

[Downloaded from ijrn.ir on 2026-10-13]

[DOI: 10.22034/IJRN.11.3.43]

نیمه وتری	تمرین در آب	۲۴/۰۵±۳/۳۸	۲۶/۳±۵/۲۲	۲/۲۵ ± ۶/۵۲	۰/۳۰۳
	تمرین در آب به همراه تراباند	۲۴/۴۴±۸/۲۴	۲۷/۸۲±۷/۲۹	۳/۳۸ ± ۱۴/۵۲	۰/۴۸۱
	کنترل	۲۵/۷۰±۳/۹۰	۲۵/۹۰±۳/۶۵	۰/۲۰ ± ۰/۶۳	۰/۳۴۳
	P	۰/۷۴۳	۰/۶۸۶		
سرینی میانی	تمرین در آب	۲۲/۴۶±۴/۱۹	۲۹/۰۲±۱۰/۴۸	۶/۵۶ ± ۱۱./۵۲	۰/۱۰۵
	تمرین در آب به همراه تراباند	۲۲/۲۰±۳/۱۹	۲۵/۵۴±۷/۴۳	۳/۳۴± ۷/۴۹	۰/۱۹۲
	کنترل	۲۰/۸۳±۵/۴۲	۲۱/۷۵±۴/۱۳	۰/۷۰ ± ۱/۹۴	۰/۱۷۳
	P	۰/۳۹۹	۰/۰۸۳		

بحث

هدف از پژوهش حاضر بررسی اثر تمرینات ترکیبی در آب به همراه تراباند بر فعالیت الکترومایوگرافی عضلات اندام تحتانی در افراد دارای پای پرونیت طی راه‌رفتن بود. نتایج نشان داد که فعالیت الکتریکی عضلات ساقی-قدامی، پهن داخلی، راست رانی و دوسررانی در گروه تمرین در آب به همراه تراباند افزایش معنی داری داشت ($P<0/05$). راه رفتن یکی از فعالیت های معمول روزمره است که افراد آن را با الگوی متقابلی انجام می دهند. لازمه ایجاد حرکت در انسان هماهنگی سیستم های عصبی، عضلانی و اسکلتی می باشد (۲۵). به نحوی که پیام های تحریکی و مهاری صادر شده از مغز از طریق تارهای عصبی به تارهای عضلانی منتقل می شود. با توجه به نوع پیام (تحریکی یا مهاری) انواع انقباضات ایزومتریک، ایزوکینتیک و ایزوتونیک رخ می دهد. در واقع به وقوع پیوستن حرکات انسان نیازمند هماهنگی سیستم های مختلفی می باشد، که در مجموع به صورت حرکت ظاهر می شود (۲۶). تمامی حرکات انسان (پویا و ایستا)، نیازمند هماهنگی منظم این سیستم هاست. پس از دریافت پیام های عصبی توسط تارهای عضلانی به لحاظ فیزیولوژیکی فرآیندهای مختلفی همچون رهاسازی انتقال دهنده های پیام عصبی، لغزش تارهای عضلانی، انقباض عضلات و در نهایت ایجاد حرکت در سیستم اسکلتی رخ می دهد. تارهای عضلانی از جنبه های مختلفی همچون حداکثر سرعت انقباض ارادی-غیرارادی، حداکثر قدرت تولیدی و... از یکدیگر متمایز می شوند. به لحاظ فیزیولوژیکی تارهای عضلانی بسته به سرعت انقباض هایشان به سه دسته تارهای عضلانی تندانقباض، کندانقباض و تارهای بینابینی تقسیم می شوند (۲۷). بنابراین شناخت نوع تارهای عضلانی در مطالعات مربوط به الکترومایوگرافی از اهمیت بالایی برخوردار است.

راه رفتن جز حرکات متناوبی است که توسط فرد اجرا می شود. در افراد دارای پرونیشن پا با توجه به مکانیک متفاوت راه رفتن، نوع آهنگ راه رفتن می تواند تغییر یابد، به نحوی که پیری و همکاران (۲۸)، طی مطالعه ای اظهار داشتند نوع مکانیک راه رفتن در افراد دارای پرونیشن پا می تواند در ارتباط نزدیکی با افزایش نرخ بارگذاری و گشتاور حول مفاصل اندام تحتانی منجر به آسیب گردد. با توجه به اهمیت موضوع به لحاظ بررسی الکترومایوگرافی عضلات حین راه رفتن، می توان عضلات را بر اساس عملکردشان به دو دسته کلی عضلات فلکسوری (خم کننده ها) و اکستنسوری (بازکننده ها) تقسیم کرد. عضلاتی که در اکستنشن مفصل زانو نقش دارند، عضلات چهارسر رانی هستند و عضلاتی که در فلکشن مفصل زانو نقش دارند، عضلات همسترینگ و دوقلو می باشند (۲۹). در پژوهش حاضر عضلات راست رانی و پهن داخلی در گروه تمرین در آب به همراه تراباند افزایش معنی داری را نشان داد. به عبارتی عضلات چهارسرران افزایش معنی داری داشتند، در همین راستا لیم (۳۰)، اظهار داشته است که افزایش دامنه فعالیت الکتریکی عضلات چهارسرران در افراد مبتلا به پرونیشن پا می تواند منجر به افزایش ثبات و قدرت عضلانی مفاصل اندام تحتانی گردد. احتمالا همسو بودن پژوهش حاضر به دلیل اثربخشی مثبت تمرینات در آب به همراه تراباند باشد. از طرفی عضلات قسمت خلفی ران به همراه عضله دوقلوی داخلی نقش بسیار مهمی در خم کردن مفصل زانو ایفا می کند. در همین راستا گیبسون و ادورادز (۳۱)، طی مطالعه ای بر روی مبتلایان به پرونیشن پا اظهار داشته است که انقباض هر چه بهتر این عضلات می تواند موجب تسهیل خم شدن مفصل زانو افراد دارای پای پرونیت شود. همسو با نتایج پیشین عضله دوسررانی طی فاز تماس پاشنه پا افزایش معنی داری داشت. احتمالا

[Downloaded from ijm.ir on 2026-10-13]

[DOI: 10.22034/IJRN.11.3.43]

دلیل همسویی یافته های پژوهش حاضر با مطالعات پیشین به دلیل اثرگذاری تمرینات درون آب به همراه ترابانت باشد. در گروه تمرین در آب به همراه ترابانت عضله ساقی-قدامی طی فاز اتکای راه رفتن به لحاظ آماری افزایش معنی داری داشت. از مهمترین وظایف عضله ساقی-قدامی طی راه رفتن می توان به نقش حمایتی آن از قوس های کف پایی اشاره نمود. شواهد مبتنی بر آن است که در افراد دارای پرونیشن پا عضله ساقی-قدامی دامنه فعالیت الکتریکی پایین تری نسبت به افراد نرمال دارند، به همین دلیل ضعف این عضله در افراد دارای پرونیشن پا طی راه رفتن یک پلانتارفلکشن ایجاد می کند (۳۲). همسو با نتایج پژوهش حاضر جعفرنژادگرو و همکاران (۳۳)، طی پژوهشی تاثیر کفش میخی دبل دنسیتی را طی دویدن در افراد دارای پرونیشن پا بررسی کردند، نتایج نشان داد که فعالیت الکتریکی عضله ساقی-قدامی هنگام استفاده از این نوع کفش افزایش یافته است. احتمالا افزایش دامنه فعالیت الکتریکی عضله ساقی-قدامی در گروه تمرین در آب به همراه ترابانت می تواند در جذب و تعدیل اغتشاش های ناشی از راه رفتن و افزایش یا بهبود قوس های کف پایی موثر باشد. از طرفی گروه عضلات خلفی ران و دوقلوی داخلی طی فاز میانه اتکا و هل دادن افزایش معنی داری داشت که با مطالعات پیشین همسو بود. احتمالا افزایش دامنه فعالیت الکتریکی عضلات فوق در فلکشن مفصل زانو و بهبود کارآیی راه رفتن افراد مبتلا به پرونیشن پا موثر باشد. پژوهش حاضر دارای محدودیت هایی بود که از جمله آن ها می توان به این مورد اشاره نمود که: پژوهش تنها در رده سنی مردان جوان مورد بررسی قرار گرفت. لذا پیشنهاد می شود تا هر دو جنس با تعداد نمونه های بیشتر با ثبت متغیرهای کینتیکی و کینماتیکی مورد بررسی قرار گیرد.

نتیجه گیری

با توجه به یافته های پژوهش به نظر می رسد که تمرینات ترکیبی درون آب به همراه ترابانت می تواند اثرات مثبتی بر جذب و تعدیل شوک های ناشی از راه رفتن داشته باشد.

ملاحظات اخلاقی

این مطالعه دارای کد اخلاق به شماره IR.UMA.REC.1401.082 و کد کارآزمایی بالینی IRCT20190302042881N3) با شماره ۶۱۵۶۶) است.

سپاسگزاری

از تمامی پژوهشگران در این حوزه کمال تشکر و قدردانی را داریم.

تعارض منافع

در مطالعه حاضر هیچ گونه تعارض منافعی مابین نویسندگان گزارش نشده است.

References

1. Lee I, Buchner DM. The importance of walking to public health. Medicine and science in sports and exercise. 2008;40(7): S512. https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e31817c65d0
2. Koreili Z, Fatahi A, Azarbayjani MA, Sharifnezhad A. Comparison of Static Balance performance and plantar selected parameters in dominant and non-dominant leg Active Female Adolescents with ankle pro-nation. The Scientific Journal of Rehabilitation Medicine. 2021.
3. Lee MS, Vanore JV, Thomas JL, Catanzariti AR, et al. Diagnosis and treatment of adult flatfoot. The Journal of Foot and Ankle Surgery. 2005;44(2):78-113. https://doi.org/10.1053/j.jfas.2004.12.001
4. Jafarnezhadgero A, Fatollahi A, Amirzadeh N, Siahkouhian M, et al. 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. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0223219
5. Mandysova P. Knowing the course of multiple sclerosis. Nursing. 1998;28(10):12.
6. Valizade OA, Siahkoohian M, Jafarnezhadgero AA, BOLBOLI L, et al. Investigating the Effects of Long-Term Use of Motion Control Shoes on the Frequency Spectrum of Ground Reaction Force during Running in the Runners with Pronated Feet. 2020.
7. koreili z, Fatahi A, Azarbayjani MA, Sharifnezhad A. Comparison of Static Balance performance and plantar selected parameters in dominant and non-dominant leg Active Female Adolescents with ankle pro-nation. Journal of

[Downloaded from ijm.ir on 2026-10-13]

[DOI: 10.22034/IJRN.11.3.43]

Rehabilitation Medicine. 2021.
8. 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):427-40.
9. Ciolac E, Garcez-Leme L, Greve J. Resistance exercise intensity progression in older men. International journal of sports medicine. 2010;31(06):433-8. https://doi.org/10.1055/s-0030-1249087
10. Haq SA, Davatchi F. Osteoarthritis of the knees in the COPCORD world. International journal of rheumatic diseases. 2011;14(2):122-9. https://doi.org/10.1111/j.1756-185X.2011.01615.x
11. Mousavi A, Arabmomeni A. Corrective Exercise; Theraband Exercise; NASM; Water Resistance Training; Flat Foot. Journal of Ardabil University of Medical Sciences. 2021;21(2):157-70. https://doi.org/10.52547/jarums.21.2.157
12. 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; 39:101141. https://doi.org/10.1016/j.ctcp.2020.101141
13. Maher CG. Effective physical treatment for chronic low back pain. Orthopedic Clinics. 2004;35(1):57-64.]Persian https://doi.org/10.1016/S0030-5898(03)00088-9
14. Hamill J, McNiven SL. Reliability of selected ground reaction force parameters during walking. Human movement science. 1990;9(2):117-31. https://doi.org/10.1016/0167-9457(90)90023-7
15. Yip CHT, Chiu TTW, Poon ATK. The relationship between head posture and severity and disability of patients with neck pain. Manual therapy. 2008;13(2):148-54. https://doi.org/10.1016/j.math.2006.11.002
16. Jafarnezhadgero AA, Majlesi M, Azadian E. Gait ground reaction force characteristics in deaf and hearing children. Gait & posture. 2017; 53:236-40. https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2017.02.006
17. 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):2723-31. https://doi.org/10.2106/JBJS.F.01016
18. 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):1051-60. https://doi.org/10.1177/0269215508095357
19. Valizadeorang A, Ghorbanlou F, Jafarnezhadgero A, Alipoor Sarinasilou M. Effect of Knee Brace on Frequency Spectrum of Ground Reaction Forces during Landing from Two Heights of 30 and 50 cm in Athletes with Anterior Cruciate Ligament Injury. The Scientific Journal of Rehabilitation Medicine. 2019;8(2):159-68.
20. Kamonseki DH, Gonçalves GA, Liu CY, Júnior IL. Effect of stretching with and without muscle strengthening exercises for the foot and hip in patients with plantar fasciitis: A randomized controlled single-blind clinical trial. Manual therapy. 2016; 23:76-82. https://doi.org/10.1016/j.math.2015.10.006 https://doi.org/10.1016/j.math.2016.02.003
21. 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. Journal of Electromyography and Kinesiology. 2018; 39:35-41. https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2018.01.006
22. 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):890-4. https://doi.org/10.1007/s10067-006-0420-1
23. Topp R, Woolley S, Hornyak III J, Khuder S, et al. The effect of dynamic versus isometric resistance training on pain and functioning among adults with osteoarthritis of the knee. Archives of physical medicine and rehabilitation. 2002;83(9):1187-95. https://doi.org/10.1053/apmr.2002.33988
24. Mousavi A, Arabmomeni A. The Effects of Three Comprehensive Corrective Exercise Protocols on the Correction of Flexible Flat Foot in Boy Students with Overweight. Journal of Ardabil University of Medical Sciences. 2021;21(2):157-70. https://doi.org/10.52547/jarums.21.2.157
25. Shirzadfar H. The Structure and Function of Nervous System and Skeletal Muscle: A

[Downloaded from ijm.ir on 2026-10-13]

[DOI: 10.22034/IJRN.11.3.43]

Review. Current Neuropsychiatry and Clinical Neuroscience Reports. 2021;3(1):1-25.
26. Zajac FE. Muscle coordination of movement: a perspective. Journal of biomechanics. 1993; 26:109-24. https://doi.org/10.1016/0021-9290(93)90083-Q
27. Taga G. A model of the neuro-musculo-skeletal system for human locomotion: I. Emergence of basic gait. Biological cybernetics. 1995;73(2):97-111. https://doi.org/10.1007/BF00204048
28. Piri E, Barghamadi M, Farzizade R. Comparison of the Effects of Immediate and Long-Term Water and Thera band Exercises on Loading Rate, Impulse, and Free Moment in People with Pronate Foot during Walking: A Clinical Trial. 2023.
29. Ghorbanlou F, Jafarnezhadgero A, Fakhri Mirzanag E. The Effect of Training with Elastic Band on Electro Myography of Lower Limb Muscles in Genu Valgum Male Students during Running: A Clinical Trial Study. Journal of Rafsanjan University of Medical Sciences. 2022;21(3):327-42. https://doi.org/10.52547/jrums.21.3.327
30. Lim BW, Hinman RS, Wrigley TV, Sharma L, et al. Does knee malalignment mediate the effects of quadriceps strengthening on knee adduction moment, pain, and function in medial knee osteoarthritis? A randomized controlled trial. Arthritis Care & Research: Official Journal of the American College of Rheumatology. 2008;59(7):943-51. https://doi.org/10.1002/art.23823
31. Gibson H, Edwards R. Muscular exercise and fatigue. Sports medicine. 1985; 2:120-32. https://doi.org/10.2165/00007256-198502020-00004
32. Gray EG, Basmajian JV. Electromyography and cinematography of leg and foot ("normal" and flat) during walking. The anatomical record. 1968;161(1):1-15. https://doi.org/10.1002/ar.1091610101
33. Jafarnezhadgero AA, Fakhri E, Valizadeh Orang A, Alizadeh R. Effect of Shoes with Spikes Containing Two Different Stiffness on Frequency Spectrum of Muscles during Running in Patients with Pronated Feet. Journal of Gorgan University of Medical Sciences. 2021;23(3):40-6.

[Downloaded from ijrn.ir on 2026-10-13]

[DOI: 10.22034/IJRN.11.3.43]