مجله علمی پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد
دوره سی و یک، شماره چهار، تیر ۱۴۰۲
تاریخ دریافت:۱۴۰۱/۰۹/۰۸
تاریخ پذیرش:۱۴۰۱/۱۱/۱۷

مروری بر تأثیر تمرینات ورزشی بر مکانیک بدن طی حرکات انتقالی در افراد دارای پرونیشن پا: سال‌های ۲۰۲۲-۲۰۱۹

ابراهیم پیری[۱]، امیرعلی جعفرنژاد گرو*[۲]، حامد ابراهیم‌پور[۱]، علی نصری[۲]

مقاله مروری

مقدمه: پای پرونیت، به‌عنوان یکی از ناهنجاری‌های رایج پا می‌تواند بیومکانیک اندام تحتانی را تحت‌تأثیر قرار دهد. هدف از انجام مطالعه حاضر، بررسی چهارچوب علمی تحقیقات مرتبط با اعمال انواع پروتکل تمرینی بر عارضه پرونیشن پا بود و هم‌چنین انجام یک جمع‌بندی مطلوب و ارائه اطلاعات مناسب‌تری از تحقیقات پیشین می‌باشد.

در این مطالعه جستجوی مقالات به زبان فارسی و لاتین در سال ۲۰۲۲-۲۰۱۹ پایگاه‌های استنادی WOS، Magiran، Scopus، PubMed، Springer و موتور جستجو Google Scholar صورت پذیرفت. تعداد ۵۲ عنوان مقاله مرتبط بر اساس معیارهای ورود و خروج انتخاب و شرط اولیه ورود به مطالعه را داشتند. پس از بررسی مجدد مقالات تعداد ۱۸ مقاله که باهدف بررسی اثرات پروتکل تمرینی بر مکانیک بدن طی حرکات انتقالی در افراد دارای عارضه پرونیت پا بود، انتخاب شد.

نتیجه‌گیری: به نظر می‌رسد که انجام تمرینات ورزشی برای بهبود تعادل، تقویت عضلات چهارسر ران، عدم تغییر زوایای مفاصل اندام تحتانی حین فعالیت مؤثر بوده است؛ لذا پیشنهاد می‌شود متخصصان علوم توانبخشی با بهره‌گیری از اصول و مبانی علم تمرین، فعالیت‌های تقویتی را در روند بهبودی مبتلایان به‌پای پرونیت مدنظر قرار دهند.

واژه‌های کلیدی: پرونیشن پا، تمرینات ورزشی، الکترومایوگرافی، نیروهای عکس‌العمل زمین

ارجاع: پیری ابراهیم، جعفرنژاد گرو امیرعلی، ابراهیم‌پور حامد، نصری علی. **مروری بر تأثیر تمرینات ورزشی بر مکانیک بدن طی حرکات انتقالی در افراد دارای پرونیشن پا: سال¬های ۲۰۲۲-۲۰۱۹.** مجله علمی‌پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد ۱۴۰۲؛ ۳۱ (۴): ۶۰-۶۵۴۴.

۱- گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.
۲- گروه بیومکانیک ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.
*(نویسنده مسئول)؛ تلفن: ۰۹۱۰۵۱۴۶۲۱۴، پست الکترونیکی: amiralijafarnezhad@gmail.com، صندوق پستی: ۵۶۱۹۹۱۳۱۳۱

[Downloaded from jssu.ssu.ac.ir on 2026-11-25]

[DOI: 10.18502/ssu.v31i4.13024]

مقدمه

عارضه پرونیشن پا (اورژن مچ پا) یکی از عارضه‌های اندام تحتانی در مفصل مچ پا است (۱). پای پرونیت یکی از شایع‌ترین عارضه‌های است که به دلیل تغییرات بیومکانیکی با ناکارآمدی در ناحیه مچ پا مشاهده می‌شود (۲). میزان شیوع عارضه پرونیت پا در بزرگسالان ۲۳-۲۰٪ است (۳). هر گونه تغییرات بیومکانیکی در ساختمان مچ پا، از قبیل وجود عارضه پرونیت پا می‌تواند منجر به آسیب‌دیدگی مفصل مچ پا و سایر مفاصل بدن و حتی ستون فقرات گردد (۴). پای پرونیت، یک نوع ناهنجاری است که باعث کاهش ارتفاع قوس طولی داخلی هنگام تحمل وزن بدن می‌گردد، هم‌چنین به دنبال این عارضه دفورمیتی در ساختمان مچ پا مشاهده می‌شود. به دنبال این ناهنجاری سر استخوان تالوس و ناویکولار به سمت داخل متمایل می‌گردد که در نهایت می‌تواند منجر به بروز عارضه‌پای پرونیت شود. پای پرونیت در ارتباط مستقیم با اعمال فشار بر روی مفاصل مچ پا، زانو و کمربند لگنی همراه است (۵). مهم‌ترین نیرویی که در این عارضه روی اندام مچ پا وارد می‌شود نیروی عکس‌العمل زمین است که باتوجه‌به تحقیقات پیشین می‌تواند عامل مؤثر در بروز آسیب در اندام تحتانی گردد (۸-۲،۶). در عارضه پرونیشن پا قوس‌های طولی - داخلی دچار کلاپس (افت استخوان ناویکولار) می‌شوند؛ به دلیل این که وجود این قوس‌ها در کف پا عامل مؤثر در جذب شوک‌های ناشی از راه‌رفتن، دویدن، جهیدن و ... است (۹)؛ بنابراین ازبین‌رفتن این قوس‌ها می‌تواند زنگ خطر برای ورزشکاران به‌خصوص دو و میدانی‌کاران باشد. در همین راستا ولی‌زاده اورنج و همکاران، گزارش کردند که وجود دامنهٔ پرونیشن پا در اکثر دوندگان می‌تواند باعث آسیب‌های ناشی از راه‌رفتن شود. در توجیه این امر اظهار داشتند که پای پرونیت یک عارضه است که در آن عملکرد عادی مفصل سابتالار اختلال پیدا می‌کند و در نتیجه قوس طولی داخلی پایین‌تر از حد معمول قرار می‌گیرد (۱۰). نتایج و شواهد گذشته حاکی از آن است که ازبین‌رفتن قوس‌های کف پا در عارضه پرونیشن بیش از حد می‌تواند منجر به عارضه کف پای صاف گردد (۱۱). به‌علاوه شواهد گذشته حاکی از آن است که عارضه پرونیشن پا یک عارضه مادرزادی است که با چرخش استخوان درشت‌نئی و افت استخوان ناوی در سطح داخلی پا همراه است (۱). بر اساس شواهد ناهنجاری در اندام تحتانی مانند پای پرونیت می‌تواند بر بیومکانیک حرکات انسان مانند دویدن، تأثیر منفی بگذارد و منجر به بروز عدم هم‌انقباضی عضلانی و علایم ناپایدار در مفاصل اندام تحتانی (زانو) شود (۱۲). جعفرنژاد گرو و علوی‌مهر، طی پژوهشی به بررسی تأثیر تمرینات مقاومتی با تراباند بر طیف فرکانس الکترومیوگرافی عضلات تنه و اندام تحتانی بیماران مبتلا به کمردرد دارای پای پرونیت طی مراحل راه‌رفتن پرداختند. روش کار بدین صورت بود که ۳۰ مرد دارای عارضه کمردرد با پای پرونیت به‌صورت نمونه‌گیری در دسترس انتخاب و سپس به‌صورت تصادفی به دو گروه کنترل و تجربی جای گرفتند. نتایج این پژوهش نشان داد که میانه فرکانس عضله ساقی قدامی طی پس‌آزمون در مقایسه با پیش‌آزمون کاهش معناداری داشت (۱۳). احتمالاً از اثرات مثبت پژوهش حاضر کاهش فرکانس این عضله را می‌توان ذکر نمود. زیرا شواهد مبتنی بر زیاد بودن فعالیت این عضله در افراد دارای پای پرونیت در مقایسه با افراد نرمال است. همان‌طور که قبلاً اشاره کردیم مهم‌ترین نیرویی که در این عارضه روی اندام پا وارد می‌شود نیروی عکس‌العمل زمین است؛ زیرا باتوجه‌به برهم‌خوردن راستای طبیعی بدن به دلیل از بین رفتن قوس طولی - داخلی کف پا در افراد دارای پرونیشن پا که ممکن است مقدار و جهت نیروهای وارده را دچار تغییر کند. باتوجه‌به این نکات پژوهش‌های متعددی به‌منظور بررسی نیروهای عکس‌العمل زمین در افراد دارای پرونیشن پا مورد بررسی قرار گرفته است (۲). در همین راستا منتشلو و همکاران، به بررسی نیروهای عکس‌العمل زمین در مردان جوان سالم و دارای پای پرونیت طی دویدن پرداختند. بر اساس پژوهش حاضر نتیجه گرفتند که پرونیشن پا می‌تواند به‌عنوان عاملی اثرگذار موجب تغییر نیروی داخلی - خارجی و هم‌چنین موجب برهم‌زدن بیومکانیک دویدن باشد (۱۳). محققان گزارش کردند، در عارضه پرونیشن بیش از حد پا به دلیل تماس سریع‌تر بخش

[Downloaded from jssu.ssu.ac.ir on 2026-11-25]

[DOI: 10.18502/ssu.v31i4.13024]

داخلی پا نسبت به حالت نرمال عملکردهای ضروری پا صورت نمی‌گیرد (۱۴). از طرفی افرادی‌که دچار عارضه پرونیت باشند منجر به بروز اختلال در فعالیت الکتریکی عضلات اندام تحتانی خواهند شد، باتوجه‌به نظریه زنجیره کینماتیک، ضعف در عملکرد یک سگمان حرکتی می‌تواند سایر سگمان‌های حرکتی را نیز تحت‌تأثیر قرار دهد (۱۵). یکی از علل احتمالی تغییر در عملکرد و فعالیت عضلات طی حرکات انتقالی در افراد با پای پرونیت می‌تواند این موضوع باشد که رابطه طول - تنش در ناحیه اندام تحتانی در افراد دارای این ناهنجاری دچار تغییر می‌شود که می‌تواند منجر تغییر عملکرد عضلات گردد. باتوجه‌به اهمیت موضوع و میزان شیوع بالای این عارضه به‌ویژه در دوندگان بررسی اثرات سودمند انواع تمرینات ورزشی و فراهم نمودن آگاهی از نتایج مثبت تحقیقات گذشته می‌تواند مفید واقع گردد. هم‌چنین بر اساس شواهد به دلیل آن که در این عارضه راستای طبیعی قامت فرد مختل می‌گردد، لذا ضروری به نظر می‌رسد تا شواهد علمی جدید گردآوری شود. آخرین مطالعه انجام گرفته شده در این زمینه مربوط به سال ۲۰۱۸ می‌باشد (۱۶). ازآنجایی‌که در سال‌های اخیر مطالعات زیادی به بررسی اثر تمرینات ورزشی بر روی مکانیک پای پرونیت پرداخته‌اند، لذا هدف از پژوهش حاضر بررسی تأثیر تمرینات ورزشی بر مکانیک بدن طی حرکات انتقالی در افراد دارای عارضه‌پای پرونیت در سال‌های ۲۰۱۹ تا ماه نوامبر ۲۰۲۲ بود.

روش بررسی

جهت انجام مطالعه مروری سیستماتیک حاضر، مقالات مرتبط به زبان فارسی و انگلیسی، از جستجوی در پایگاه‌های تخصصی WOS، SID، Magiran، Scopus، PubMed، Springer و موتور جستجو Google Scholar صورت پذیرفت. مقالات از سال ۲۰۱۹-تا ماه نوامبر ۲۰۲۲ جمع‌آوری گردید. مطالعه حاضر در سال ۱۴۰۱، در دانشگاه محقق اردبیلی انجام گرفت. برای استخراج مقالات از کلیدواژه‌های پای پرونیت (Foot pronation)، توانبخشی (Rehabilitation)، مکانیک بدن (Body mechanics)، کینتیک (Kinetics)، کینماتیک (Kinematic)، الکترومایوگرافی (Electromyography)، دویدن (Running)، راه‌رفتن (walking)، بالا و پایین‌رفتن از پله (Stairs ascent/descent)، فعالیت بدنی (Physical activity)، تمرینات تقویتی (strengthening exercises) استفاده شد. انتخاب اولیه مقالات بر اساس عنوان انجام شد و توسط سه محقق مورد بررسی قرار گرفت. معیار ورود به مطالعه شامل مواردی از قبیل انتشار مقاله از سال ۲۰۲۲-۲۰۱۹، استفاده مقالات در حوزه تمرینات ورزشی (تمرینات اصلاحی هم جز تمرینات ورزشی در نظر گرفته شده است) و وجود بررسی عارضه پرونیشن پا بود. معیار خروج شامل مقالاتی که تأثیر انواع کفش‌ها، ارتوزها، بریس‌ها، گوه و کفی‌ها و مجلات نامعتبر و فاقد ضریب تأثیر بودند از مطالعه خارج شدند. مقالاتی که فایل کامل آنها در دسترس نبود از طریق سایت (Isi Link)، خریداری گردید. اعتبارسنجی مقالات از طریق سنجش و ارزیابی مقالاتی که در پایگاه‌های Scopus، WOS و یا ISC نمایه شده بودند مورد ارزیابی قرار گرفت. مجلات مقالات مربوطه باید حداقل در یکی از این ۳ پایگاه استنادی نمایه شده بود. شکل ۱، روند انتخاب مقالات مطالعه مروری حاضر را نشان می‌دهد.

نتایج

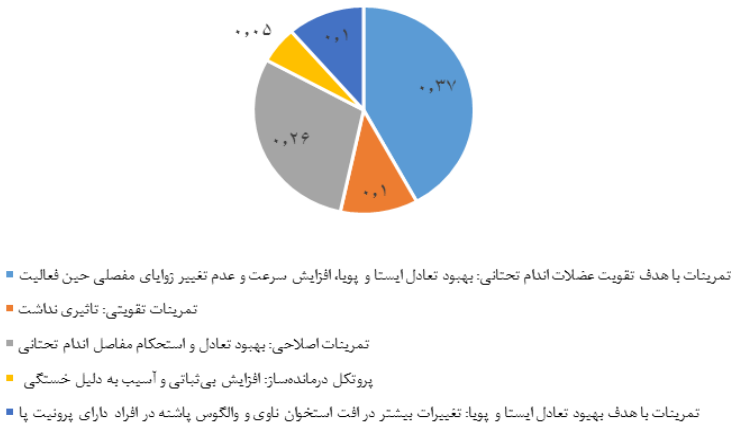
از ۵۲ مقاله به‌دست‌آمده از طریق جستجوی کلمات کلیدی ۱۸ مقاله بر اساس معیار ورود جهت آنالیز نهایی انتخاب گردید. نتایج حاصل از بررسی مقالات به طور خلاصه در جدول۱، ارائه شده است. لازم به ذکر است که ۶ مقاله مورد مطالعه در پژوهش حاضر نشان داده است که تمرینات ورزشی باهدف تقویت عضلات اندام تحتانی می‌تواند منجر به بهبود تعادل ایستا و پویا، افزایش سرعت و عدم تغییر زوایای مفصلی حین فعالیت ورزشی شود. به‌علاوه ۲ مقاله نشان‌دهنده این است که تمرینات تقویتی در کوتاه‌مدت تأثیر مثبتی بر عارضه پرونیشن پا نداشته است. تعداد ۵ مقاله در ارتباط مستقیم تمرینات ورزشی که باهدف اصلاح عارضه پرونیشن پا بودنشان داد که انجام تمرینات اصلاحی می‌تواند منجر به بهبود تعادل و استحکام مفاصل اندام تحتانی شود. هم‌چنین ۳ مقاله با اعمال

[Downloaded from jssu.ssu.ac.ir on 2026-11-25]
[DOI: 10.18502/ssu.v31i4.13024]

پروتکل درمانده‌ساز بر عارضه پرونیشن پا به این نتیجه دست یافته‌اند که افزایش بی‌ثباتی مفاصل اندام تحتانی می‌تواند به دلیل خستگی مفرط عضلات اندام تحتانی (ناشی از ضعف عضلات) منجر به آسیب گردد. در نهایت ۲ مقاله به بررسی تمرینات ورزشی که فقط با اعمال تمریناتی که باهدف بهبود تعادل ایستا و پویا انجام گرفته نشان داده است که افراد دارای پرونیشن پا تغییرات بیشتری در والگوس پاشنه و افت استخوان ناوی در مقایسه با افراد سالم دارند. در شکل ۲، خلاصه‌ای از نتایج مقالات آورده شده است.



شکل ۱: دیاگرام مطالعات از مرحله‌ی اولیه تا سنتز نهایی



شکل ۲: مقایسه کلی مابین مقالات مورد مطالعه

[Downloaded from jssu.ssu.ac.ir on 2026-11-25]
[DOI: 10.18502/ssu.v31i4.13024]

جدول ۱. بررسی تأثیر انواع پروتکل تمرینی بر عارضه پرونیشن پا.

اسامی	سال انتشار	ساختار مداخله	متغیر مورد بررسی	نتایج اصلی
جعفرنژاد گرو و همکاران (۱۷)	۲۰۲۲	طی این پژوهش ۶۰ مرد جوان دارای پرونیشن پا در گروه مداخله و کنترل به‌صورت تصادفی تقسیم شدند. گروه مداخله یک برنامه تمرینی دویدن با پای‌برهنه پیشرونده ۸ هفته‌ای روی شن را با سه جلسه هفتگی انجام دادند. قبل و بعد از مداخله، شرکت‌کنندگان با سرعت ثابت ۱/۳ متر بر ثانیه در مسیر پیاده‌روی ۱۸ متری با صفحه نیرو تعبیه‌شده در وسط مسیر راه‌رفتند.	هشت هفته ورزش روی شن و ماسه بر بیومکانیک پیاده‌روی و فعالیت‌های عضلانی در افراد با پای پرونیت مورد بررسی قرار گرفت	این مطالعه مداخله‌ای تأثیر ۸ هفته ورزش بر روی شن و ماسه را بر سینتیک راه‌رفتن و فعالیت‌های عضلانی در مردان مبتلا به پرونیشن پا بررسی کرد. نیروهای پیک عمودی و جانبی کمتر و افزایش فعالیت عضلات اندام تحتانی (به‌عنوان مثال، واستوس جانبی) بعد از تمرین یافتیم. براین‌اساس، انجام تمرینات دویدن روی شن و ماسه را به‌عنوان یک درمان مؤثر برای افراد مبتلا به پرونیشن پا توصیه می‌کنیم.
کریم‌زاده و همکاران (۱۸)	۲۰۲۲	در این مطالعه نیمه‌تجربی، ۲۰ آزمودنی مرد و زن با پای پرونیت شده با استفاده از روش نمونه‌گیری غیرتصادفی ساده انتخاب شدند.	تأثیر تمرینات تقویتی درونی عضلات پا بر پارامترهای سینتیکی پا در افراد دارای پای پرونیت در هنگام فرود پرش به جلو	در افراد دارای پای پرون شده، IFMSE به تنهایی قادر به تغییر پارامترهای جنبشی پا یا مدت زمان استفاده از این تمرینات نبود. در این مطالعه، شش هفته ممکن است برای ایجاد تغییراتی در پارامترهای جنبشی پا کافی نباشد و بنابراین باید از این تمرینات برای مدت زمان طولانی‌تری استفاده کرد.
صادقی و همکاران (۱۹)	۲۰۲۲	این مطالعه مداخله‌ای بر روی دانشجویان ۲۰ تا ۳۰ ساله مبتلا به پرونیشن پا در دانشکده توانبخشی انجام شد.	تأثیر تمرینات تقویتی عضلات پا بر روی کینماتیک زانو در افراد دارای پای پرونیت شده در هنگام پرش به جلو (مرحلهٔ فرود)	تمرینات تقویت‌کننده عضلات کف پا به‌تنهایی تاثیری بر تغییرات سینماتیکی زانو در افراد مبتلا به پرونیشن پا ندارد. وجه دوم یا باید مدت‌زمان تمرینات تقویتی در طول روز افزایش یابد تا تأثیر تقویت عضلات درونی در افراد مبتلا به پرونیت پا مشاهده شود.

[Downloaded from jssu.ssu.ac.ir on 2026-11-25]

[DOI: 10.18502/ssu.v31i4.13024]

Turgut و همکاران (۲۰)	۲۰۲۱	شرکت‌کنندگان این پژوهش ۴۴ آزمودنی دارای پرونیت پا بودند که تمرین عصبی عضلانی متمرکز بر لگن و یک تمرین ساختگی را به ترتیب تصادفی انجام دادند. اندازه‌گیری‌های پرونیشن پا با تست افتادن ناویکولار، و کنترل عصبی عضلانی اندام تحتانی با تست تعادل ارزیابی شد.	اثرات تمرینات ورزشی با تمرکز بر عضلات نواحی لگن بر تعادل افراد دارای پرونیت	ورزش عصبی عضلانی متمرکز بر هیپ باعث ایجاد تغییرات فوری در پرونیشن پا و تعادل پویا شد. بنابراین، تمرین عصبی عضلانی متمرکز بر لگن ممکن است برای کنترل وضعیت پا در توانبخشی پا همراه با رویکرد زنجیره جنبشی استفاده شود و می‌تواند یک استراتژی پیشگیری و درمان مؤثر باشد.
گلچینی و همکاران (۲۱)	۲۰۲۱	۳۰ داوطلب انتخاب و به طور تصادفی به دو گروه کنترل و آزمایش تقسیم شدند. گروه آزمایش به مدت ۱۲ هفته تمرینات اصلاحی را انجام دادند. تعادل ایستا و پویا قبل و بعد از مداخلات ارزیابی شد.	تعیین تأثیر تمرینات اصلاحی سیستماتیک بر تعادل ایستا و پویا دانش‌آموزان مبتلا به عارضه پرونیت پا بود.	می‌توان نتیجه گرفت که تمرینات اصلاحی باعث بهبود تعادل ایستا و پویا در دانش‌آموزان مبتلا به عارضه پرونیشن پا می‌شود و می‌توان آن را به‌عنوان روشی برای این افراد توصیه کرد.
فصیحی و همکاران (۲۲)	۲۰۲۱	تعداد ۱۴ مرد جوان با پای پرونیت و ۱۴ نفر با پای سالم در این مطالعه شرکت کردند.	فعالیت الکترومایوگرافی عضلات منتخب قبل و بعد از اجرای پروتکل درمانده ساز بر هم انقباضی عضلات زانو طی دویدن ثبت گردید.	هم انقباضی عضلات مورد بررسی در مفصل زانو در افراد پای پرونیت در مراحل مختلف استانس نسبت به گروه پای سالم کاهش‌یافته بود. احتمالاً دلیل این امر به علت فعالیت اضافی گروهی از عضلات جهت غلبه بر بی‌ثباتی زانو و جلوگیری از حرکات اضافی هنگام بروز خستگی باشد، و این احتمال وجود دارد که این فعالیت اضافی گروهی از عضلات بر مکانیک دویدن افراد پای پرونیت تأثیر گذاشته و در مراحل مختلفی از سیکل دویدن باعث وارد آمدن فشار اضافی به مفصل زانو شده و سیستم اسکلتی – عضلانی در مفصل زانو توانایی خود در جذب مناسب شوک هنگام دویدن را از دست داده و باعث افزایش لقی مفصل شده و خطر ابتلا به آسیب های مفصلی ناشی از خستگی افزایش یابد.

[Downloaded from jssu.ssu.ac.ir on 2026-11-25]

[DOI: 10.18502/ssu.v31i4.13024]

فصیحی و همکاران (۲۳)	۲۰۲۱	تعداد ۱۴ مرد جوان با پای پرونیت و ۱۴ نفر با پای سالم در این مطالعه شرکت کردند.	فعالیت الکترومایوگرافی عضلات اطراف زانو قبل و بعد از اجرای پروتکل درمانده ساز طی راه‌رفتن ثبت گردید.	هم انقباضی عمومی در هر دو گروه کاهش یافت. ضعف عضلات اطراف مفصل به دلیل خستگی می‌تواند یکی از دلایل آن باشد. هم انقباضی جهت‌دار، فلکسوری/ اکستنسوری و داخلی/ خارجی زانو پس از خستگی در گروه پای پرونیت در مقایسه با پای سالم کاهش یافت. خستگی احتمالاً ساختارهای داخلی پای پرونیت را بیشتر در معرض خطر آسیب قرار می‌دهد.
کریلی و همکاران (۵)	۲۰۲۱	جامعه آماری تحقیق حاضر را دختران نوجوان فعال شهر تهران و نمونه آماری این پژوهش شامل ۳۲ نفر دختران نوجوان فعال با محدوده سنی ۱۴ تا ۱۷ شهر تهران تشکیل دادند که به صورت تصادفی هدف‌مند انتخاب شدند.	تحقیق حاضر باهدف مقایسه پاسچر، عملکرد تعادلی ایستا و پارامترهای منتخب پلانتار در بین دختران نوجوان فعال سالم و مبتلا به ناهنجاری پرونیشن مچ پا بود.	دختران نوجوان مبتلا به پرونیشن از ناهنجاری‌های بیشتر نسبت به دختران نوجوان سالم برخوردارند و تغییرات مکانیکی به وجود آمده در پاسچر موجب افزایش لوردوز کمر و والگوس پاشنه، افت بیشتر استخوان ناوی، افزایش شاخص صافی کف پا وکاهش عملکرد تعادلی در بین دختران نوجوان مبتلا به پرونیشن نسبت به دختران نوجوان سالم شده است. ازاین‌رو؛ بروز ناهنجاری‌های پلانتار از قبیل کف پای صاف و پرونیشن بر روی پاسچر و عملکرد تعادلی افراد تأثیرگذار است. بااین‌حال؛ نیاز به مطالعات دقیق و جامع-تری مبنی بر ارتباط بین پاسچر، تعادل و شاخص‌های پلانتار مچ پا است تا بتوان بر اساس شواهد و مستندات نتایج قابل‌تعمیم و کاربردی‌تری را به دست آورد.
Gomez و همکاران (۲۴)	۲۰۲۱	۱۵۵ کودک ۱۰ تا ۱۲ ساله که تمرینات مقاومتی هوازی با شش ایستگاه را انجام دادند.	اثر خستگی ناشی از تمرینات هوازی در کودکان دارای پای پرونیت	کودکانی که پاهای پرونیت داشتند نسبت به کودکانی که وضعیت پاهای نرمالی داشتند، در حین و/یا بعد از ورزش، خستگی و درد پا بیشتری نشان دادند. نوع پا می‌تواند عامل عدم اشتیاق کودکان به انجام فعالیت‌های سالم باشد و این مشکل با درمان مناسب ارتوپدی قابل‌حل است.

[Downloaded from jssu.ssu.ac.ir on 2026-11-25]

[DOI: 10.18502/ssu.v31i4.13024]

Carrasco و همکاران (۲۵)	۲۰۲۰	۸۵ شرکت‌کننده تحت تمرینات تقویت پا به دو گروه تجربی و کنترل تقسیم شدند.	اثرات ورزش بر پرونیشن پا	در مقایسه قبل و بعد از تمرین، مقادیر معنی‌داری در وضعیت پا بین گروه آزمایش و کنترل مشاهده نشد. با این حال، وضعیت پا در هر دو گروه باتوجه‌به حالت اولیه آن اصلاح شد و مقدار ND کاهش یافت. SFE می‌تواند ابزار مفیدی برای مقابله با آسیب‌شناسی‌هایی باشد که علت آن شامل پروناسیون بیش از حد پا است.
جعفرنژاد گرو و همکاران (۲۶)	۲۰۲۰	تحقیق حاضر از نوع مقطعی بود. ۴۵ مرد بالغ ۱۵ نفر دارای کف پای پرونیت، ۱۵ نفر با پای پرونیت مبتلا به کمردرد و ۱۵ نفر با پای نرمال طی سه الگوی دویدن شرکت داشتند.	مقایسه فعالیت عضلات اندام تحتانی طی سه الگوی مختلف دویدن در افراد دارای پای پرونیت با و بدون کمردرد	پرونیشن پا با تغییرات ساختاری که در مفصل مچ پا و پا ایجاد می‌کند فعالیت عضلات اندام تحتانی را تحت‌تأثیر قرار می‌دهد. میزان این تغییرات در افراد با پای پرونیت با کمردرد در مقایسه با افراد با پای پرونیت بدون کمردرد بیشتر است.
Rodrigue z و همکاران (۲۷)	۲۰۲۰	۳۶ بزرگسال سالم با پای پرونیت بودند که به طور تصادفی در دو گروه قرار گرفتند. گروه آزمایش (۱۸ نفر) پروتکل تمرین تقویتی را به مدت ۹ هفته (دو جلسه ۴۰ دقیقه در هفته) انجام دادند، در حالیکه گروه کنترل (۱۸ نفر) این تمرینات را انجام ندادند.	اصلاح وضعیت قرارگیری پا پس از یک برنامه تمرینات درمانی	انجام پروتکل تمرین تقویت عضلات مرکزی و درونی و بیرونی پا به مدت ۹ هفته باعث بهبود پروناسیون در این نمونه از بزرگسالان با پای پرونیت شده شد و در نتیجه وضعیت پا بدون توجه به جنسیت به حالت خنثی نزدیک‌تر شد. بر اساس نتایج ما، پیشنهاد می‌کنیم که این تمرین‌های تقویت عضلانی را در تمام برنامه‌های درمان پرونیت پا، حتی زمانی که فرد با ارتز پا درمان می‌شود، گنجانده شود.
جعفرنژاد گرو و همکاران (۱)	۲۰۲۰	۲۹ فرد سالم (۱۴ زن و ۱۵ مرد) و ۳۰ فرد با پای پرونیت (۱۵ زن و ۱۵ مرد) داوطلب شرکت در مطالعه حاضر شدند.	ارزیابی طیف فرکانس نیروی عکس‌العمل زمین طی راه‌رفتن بر روی شن و سطح صاف در افراد با پای پرونیت	راه‌رفتن بر روی شن بر طیف فرکانس با توان ۹۹/۵ درصد نیروی عکس‌العمل زمین در راستای قدامی - خلفی بیشترین اثر را داشت، ولی در مقادیر طیف فرکانس نیروی عکس‌العمل زمین در راستای داخلی - خارجی و در راستای عمودی هیچ‌گونه اختلاف معناداری وجود

[Downloaded from jssu.ssu.ac.ir on 2026-11-25]

[DOI: 10.18502/ssu.v31i4.13024]

				نداشت. به‌طور کلی، راه‌رفتن بر روی شن در توانبخشی افراد با پای پرونیت می‌تواند مفید باشد. با وجود این، اثبات هرچه بهتر این موضوع نیاز به انجام پژوهش‌های بیشتر دارد.
جعفرنژاد گرو و همکاران (۲۸)	۲۰۲۰	پژوهش از نوع نیمه‌تجربی و آزمایشگاهی بود که به‌صورت مقایسه‌ای بین سه گروه افراد سالم (۱۰ نفر) , افراد دارای پای پرونیت با (۱۰ نفر) و بدون (۱۰ نفر) کمردرد انجام شد.	میزان فشار کف‌پایی در ۱۰ ناحیه مورد بررسی قرار گرفت.	الگوی دویدن پنجه - پاشنه در مقایسه با سایر الگوهای دویدن برای افراد دارای پای پرونیت و کمردرد مناسب‌تر می‌باشد.
براز و همکاران (۲۹)	۲۰۲۰	در این مطالعه نیمه‌تجربی، به‌صورت داوطلبانه تعداد ۱۰ نفر برای هر یک از گروه‌های سالم، بیماران کمردرد با پای طبیعی و پرونیت انتخاب شدند.	ارزیابی طیف فرکانس نیروی عکس‌العمل زمین طی راه‌رفتن بر روی شن و سطح صاف در افراد با پای پرونیت	به نظر می‌رسد متغیرهای فضایی - زمانی در گروه‌های کمردرد تحت‌تأثیر ساختار پا قرار دارند. نتایج حاضر نشان داد در گروه کمردرد با پای طبیعی، کاهش سرعت راه‌رفتن با افزایش زمان فاز حمایت دوگانه، کاهش طول گام و طول قدم همراه است. هم‌چنین در گروه کمردرد با پای پرونیت، کاهش سرعت راه‌رفتن با افزایش زمان چرخه و عرض گام همراه است. بهتر است برنامه‌های تمرینی و توانبخشی باتوجه‌به ساختار پا برای بیماران کمردرد بهینه‌سازی شود.
جعفرنژاد گرو و حشمتی‌زاده (۳۰)	۲۰۱۹	۲۳ مرد (۱۵ مرد مبتلا به کمردرد با پای پرونیت به‌عنوان گروه کنترل و ۱۷ مرد دارای کمردرد با پای پرونیت به‌عنوان گروه تجربی داوطلب شرکت در پژوهش شدند. گروه تجربی تمرینات مقاومتی را با تراباند برای مدت ۱۲ هفته و سه جلسه در هفته انجام دادند.	کینماتیک اندام تحتانی در بیماران کمردرد با پای پرونیت قبل و بعد از یک دوره پروتکل تمرینی منتخب طی راه‌رفتن	باتوجه‌به افزایش سرعت راه‌رفتن در بیماران کمردرد با پای پرونیت در پس‌آزمون در مقایسه با پیش‌آزمون، عدم تغییر زوایای مفاصل اندام تحتانی و عدم تغییر زاویه مطلق لگن، نشان از کارایی مکانیکی بهتر راه‌رفتن بعد از برنامه تمرینی دارد.
جعفرنژاد گرو و علوی	۲۰۱۹	۳۰ مرد دارای عارضه کمردرد با پای پرونیت به‌صورت نمونه‌گیری در	اثر تمرینات مقاومتی با تراباند بر	باتوجه‌به بالا بودن فعالیت عضله ساقی قدامی در بیماران کمردرد با پای پرونیت

[Downloaded from jssu.ssu.ac.ir on 2026-11-25]

[DOI: 10.18502/ssu.v31i4.13024]

مهر (۳۱)		دسترس انتخاب و سپس به‌صورت تصادفی به دو گروه کنترل (۱۵ نفر) و تجربی (۱۵ نفر) تقسیم شدند.	طیف فرکانس الکترومیوگرافی عضلات تنه و اندام تحتانی بیماران مبتلا به کمردرد دارای کاهش قوس پا طی راه‌رفتن	در مقایسه با افراد سالم، کاهش معنی‌دار فرکانس میانه عضله ساقی قدامی طی پس‌آزمون در مقایسه با پیش‌آزمون طی فاز پاسخ بارگیری نشان از اثرات مثبت این برنامه تمرینی دارد.
عالم و همکاران (۳۲)	۲۰۱۹	۲۸ شرکت‌کننده با پای پرونیت به طور تصادفی در دو گروه کششی و تقویتی قرار گرفتند. گروه کششی و تقویتی، تمرینات را سه بار در هفته به مدت ۶ هفته انجام دادند.	اثرات تقویت انتخابی تیبیالیس خلفی و کشش ایلیوپسواس بر افتادگی ناویکولار، تعادل پویا و فعالیت عضلات اندام تحتانی در افراد پای پرونیت	این مطالعه نشان داد که گنجاندن تقویت انتخابی تیبیالیس خلفی و کشش ایلیوپسواس علاوه بر برنامه تمرینی معمولی می‌تواند نتایج بالینی مهمی مانند افتادگی ناوی، فعالیت عضلانی و تعادل پویا در افراد دارای پرونیشن را بهبود بخشد.

بحث

هدف از مطالعه مروری حاضر بررسی تأثیر تمرینات ورزشی در افراد دارای پرونیشن پا بود. بر اساس تحقیقات اخیر دو عامل نیروی عکس‌العمل زمین و فعالیت الکتریکی عضلات اندام تحتانی برای ناهنجاری‌های اندام تحتانی موردبحث و بررسی قرار گرفته است. ابزار اندازه‌گیری نیروی عکس‌العمل زمین دستگاه صفحه نیروست که می‌توان با استفاده از این دستگاه به تحلیل متغیرها (نیروهای اعمال شده در راستای مختلف) پرداخت. هم‌چنین با استفاده از الکترودهای سطحی یا سوزنی (سوزنی بیشتر در پزشکی کاربرد دارد) می‌توان فعالیت الکتریکی عضلات را با توجه به اختلاف پتانسیل ایجاد شده در طی فازهای مختلف مورد بررسی قرارداد (۳۳). وجود عارضه پرونیت پا در اندام تحتانی را می‌توان با بررسی شاخص‌های گوناگون در ارتباط با نیروی عکس‌العمل زمین و فعالیت الکتریکی عضلات اندام تحتانی مورد تجزیه‌وتحلیل قرارداد. زیرا در عارضه پرونیشن پا به دلیل بروز اختلالات بیومکانیکی (دلایلی همچون افت استخوان ناوی، چرخش داخلی استخوان تیبیا و در نهایت راستای نامناسب حین فعالیت) شاهد ظهور درد در ناحیه پاشنه، تاندون آشیل، کشیدگی عضلات همسترینگ و چهارسر رانی در این افراد خواهیم بود. به‌نحوی‌که در همین راستا منز و همکاران، ویلیامز و همکاران، به اختلالاتی در خصوص پاسچر و فشارهای وارده بر کف پا در افراد دارای پرونیشن پا گزارش کردند (۳۴,۳۵). هم‌چنین کات و همکاران، اظهار داشتند که در افراد دارای پرونیشن پا اختلالات بیومکانیکی می‌تواند منجر به تغییر فعالیت الکترومایوگرافی عضلات اندام تحتانی گردد (۳۶). آن‌ها در پژوهش خود ساختار آناتومیکی پا را دلیل اصلی برای تغییرات فعالیت الکتریکی عضلات دانسته‌اند. با توجه به پژوهش‌های اخیر در مورد نیروی عکس‌العمل زمین نشان داده شده است که هر چه زمان رسیدن به اوج نیروها کمتر باشد در نتیجه اثرگذاری نیرو

[Downloaded from jssu.ssu.ac.ir on 2026-11-25]

[DOI: 10.18502/ssu.v31i4.13024]

بیشتر خواهد بود و بالعکس (۱). در توجیه این نکته می‌توان گفت که هر چه زمان رسیدن به اوج نیروهای عکس‌العمل زمین کمتر باشد در نتیجه میزان آسیب‌دیدگی در مفصل مچ پا زیاد خواهد بود. در همین راستا قربانلو و همکاران، طی پژوهشی تحت عنوان «اثر یک دوره تمرین اصلاحی با استفاده از تراباند بر مؤلفه‌های عکس‌العمل زمین در دانشجویان پسر دارای زانوی ضربدری طی دویدن» اظهار داشتند که ۸ هفته تمرینات اصلاحی با تراباند می‌تواند زمان رسیدن به اوج نیروی عمودی طی فاز هل‌دادن را طی پس‌آزمون در مقایسه با پیش‌آزمون افزایش دهند؛ لذا از آثار مثبت این پژوهش می‌توان به طولانی‌تر شدن فاصله زمانی برخورد پا با سطح زمین اشاره کرد که در نهایت میزان نیروهای وارده بر پا را کاهش می‌دهد (۳۷). بر اساس مطالعات انجام شده نرخ بارگذاری عمودی یکی دیگر از شاخص‌های موردتوجه محققان بوده است. نرخ بارگذاری عمودی شاخصی از ضربه است که بر راستای بدن وارد می‌شود و با آسیب‌های اندام تحتانی در ارتباط است؛ این شاخص در ارتباط با زمان بوده و مطالعات نشان داده‌اند نرخ بارگذاری عمودی کمتر با آسیب کمتر در ارتباط است (۳۸). پس می‌توان نتیجه گرفت که هر کدام از پروتکل تمرینی که منجر به کاهش نرخ بارگذاری عمودی گردد از اثرات مثبت پروتکل تمرینی پیروی کرده است. متغیر گشتاور آزاد میزان گشتاور وارد بر پا حول محور عمودی که از محل مرکز فشار عبور می‌کند می‌باشد (۳۹). ازآنجایی‌که راستای آن حول محور عمودی است بارهای پیچشی را برپا وارد می‌نماید. هم‌چنین طی پژوهش‌های اخیر بیان شده است که می‌توان از شاخص گشتاور آزاد به‌عنوان یک شاخص جهت تشخیص میزان آسیب اندام تحتانی و نیروهای پیچشی وارده به اندام تحتانی استفاده کرد (۴۰). بررسی شاخص گشتاور آزاد که عبارتست از گشتاور نیرو در پاها حول محور عمودی که از مرکز فشار می‌گذرد، برای ارزیابی مقدار و جهت گشتاورهای نیرو در افراد مبتلا به پرونیشن پا از اهمیت کلیدی برخوردار است. این شاخص مرتبط با تعادل بدن بوده و تعیین‌کننده مشارکت عضلانی مورد نیاز برای حفظ تعادل فرد در سطح افقی می‌باشد (۴۱). همسو با مطالعات گذشته فصیحی و همکاران، طی مطالعه‌ای ۳۰ نفر آزمودنی به ترتیب در دو گروه سالم (تعداد=۱۵ نفر) و پای پرونیت (تعداد=۱۵ نفر) جای دادند. یک سیستم صفحه نیرو برتک جهت ثبت نیروهای عکس‌العمل زمین طی راه‌رفتن باپای‌برهنه قبل و بعد از خستگی در نقطه شکست ضربان قلب استفاده شد. نتایج حاصل از پژوهش نشان داد که تعامل دو عامل خستگی و پای پرونیت می‌تواند به دلیل افزایش گشتاور آزاد حول مفصل مچ پا یک عامل خطر برای ایجاد آسیب‌های دویدن باشد (۴۲). هانت و همکاران در پژوهشی تحت عنوان مکانیک و کنترل حرکت در افراد دارای کف پای صاف عملکردی و نرمال به این نتیجه رسیدند که فعالیت الکتریکی عضلات دوقلوی داخلی و ساقی قدامی بین دو گروه کف پای صاف و نرمال متفاوت است (۴۳). در عارضه پرونیشن پا هنگام راه‌رفتن، قوس پا بر اثر فشار ناشی تحمل وزن فرد از بین می‌رود. در این حالت، فشار زیادی به کف پا وارد می‌شود و به دنبال آن، استخوان‌بندی کف پا تغییر شکل داده و گودی کف پا از بین می‌رود. در نتیجه، این تغییر شکل منجر به صاف‌شدن کف پا می‌شود. عضله ساقی قدامی از عضلات نگه‌دارند قوس کف‌پایی می‌باشد. در افراد دارای پرونیت پا و به دنبال آن صافی کف پا این عضله دچار ضعف می‌گردد. به طور طبیعی در هنگام ضربه پاشنه نیروی حاصل از وزن اندام تحتانی طی راه‌رفتن در قسمت پا یک گشتاور پلانتارفلکشنی ایجاد می‌کند، این پلانتار فلکشن در افراد دارای پرونیت پا به دلیل ضعف عضله ساقی قدامی کاهش می‌یابد (۴۴). احتمالاً افزایش دامنه فعالیت الکتریکی عضله ساقی قدامی طی پروتکل تمرینی از آثار مثبت مطالعات باشد. علت این امر این است که این عضله یکی از عضلات نگهدارنده قوس طولی داخلی پا می‌باشد و افزایش فعالیت آن می‌تواند منجر به کاهش پرونیشن پا گردد.

[Downloaded from jssu.ssu.ac.ir on 2026-11-25]

[DOI: 10.18502/ssu.v31i4.13024]

گروه عضلات چهارسر ران از چهار عضله راست رانی، پهن خارجی، پهن میانی و پهن داخلی تشکیل شده است. این چهار عضله مهم بازکننده مفصل مچ پا طی راه‌رفتن در افراد دارای پرونیشن پا از اهمیت بالایی برخوردار است. انقباض هر چه بیشتر عضلات چهار سر ران منجر به نزدیک‌شدن سطوح مفصلی شده و به دنبال آن قدرت و فعالیت هر چه بیشتر این عضلات طی راه‌رفتن منجر به ثبات مفصل مچ پا می‌گردد (۴۵). توزیع غیرطبیعی بار اضافه بر مفاصل اندام تحتانی منجر به ناکارآمدی عضلات می‌شود که به دنبال آن منجر به بروز عارضه‌های اندام تحتانی و ناکارآمدی عضلات می‌شود (۴۶). طبق نتایج مطالعات پژوهش حاضر، هنگامی که فردی فعالیت روبه‌جلو همانند راه‌رفتن و یا در اثر انجام حرکات ناگهانی (هل‌دادن، لغزیدن و...) به سمت جلو حرکت کند، گروه عضلات چهارسر ران نقش حیاتی برای جلوگیری از حرکت بدن به سمت عقب به عمل می‌آورند که در چنین شرایطی میزان فعالیت عضله پهن داخلی بیشتر از پهن خارجی است (۴۷). باتوجه‌به نتایج مطالعات انجام شده در این زمینه احتمالاً تقویت عضلات چهارسر ران می‌تواند مؤثر واقع گردد.

نتیجه‌گیری

مطالعه مروری حاضر، با رویکرد بررسی تأثیر تمرینات ورزشی بر عارضه پرونیت پا نشان داد که انجام تمرینات ورزشی برای بهبود تعادل، تقویت عضلات چهارسر ران، عدم تغییر زوایای مفاصل اندام تحتانی حین فعالیت و کاهش پیک نیروهای عمودی و جانبی موثر بوده است. به نظر می‌رسد متخصصان علوم توانبخشی می‌توانند با بهره‌گیری از اصول و مبانی علم تمرین، فعالیت‌های تقویتی را در روند بهبودی مبتلایان پرونیت پا مدنظر قرار دهند.

سپاس‌گزاری

مطالعه حاضر در سال ۱۴۰۲ در دانشگاه محقق اردبیلی انجام شد. بدین‌وسیله نویسندگان مطالعه حاضر تشکر و قدردانی ویژه از تمامی نویسندگان مقالات مورد بررسی را اعلام می‌دارد.

حامی مالی: ندارد.

تعارض در منافع: وجود ندارد.

References:

1- Jaafarnejad A, Amirzade N, Heseinpour A, Siahkouhian M, Mokhtari Malek Abadi A. ***Evaluation of Frequency Spectrum of Ground Reaction Force during Walking on Sand and Flat Surface in Individuals with Pronated Foot***. SJRM 2020; 9(3): 93-101. [Persian]

2-Valizade-Orang A, Siahkoohian M, Jafarnezhadgero A, Bolboli L, Ghorbanlou F. ***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***. SJRM 2020;8(4):123-31. [Persian]

3-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. [Persian]

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

5-Koreili Z, Fatahi A, Azarbayjani MA, Sharifnezhad A. ***Comparison of Static Balance Performance and***

[Downloaded from jssu.ssu.ac.ir on 2026-11-25]

[DOI: 10.18502/ssu.v31i4.13024]

Plantar Selected Parameters in Dominant and Non-Dominant Leg Active Female Adolescents with Ankle Pro-Nation. JPA 2021. [Persian]

6-Yousefi N, Amiri A, Jamshidi AA, Kamyab M. ***Effect of Plantar Flexion and Eversion on Mediolateral Ground Reaction Force in Subjects with Functional Ankle Instability***. MRJ 2012; 6(1): 38-43. [Persian]

7-Mantashloo Z, Sadeghi H. ***Comparison of Ground Reaction Forces and Muscles Electrical Activity of the Ankle during Running in Young Men with Pronation and Normal Foot.*** JRUMS 2017;16(4): 353-64. [Persian]

8-Valizade-Orang A, Siahkoohian M, Jafarnezhadgero A, Ghorbanlou F. ***The Effect of Long-Term Use of Motion Control Shoes on the Ground Reaction Force Components during Running in Runners with Excessive Pronated Feet.*** IJRN 2019; 6(2): 48-55. [Persian]

9-Ford KR, Myer GD, Hewett TE. ***Valgus Knee Motion During Landing in High School Female and Male Basketball Players***. MSSE 2003; 35(10): 1745-50. [Persian]

10-Valizadehorang A, Jafarnezhadgero A, Alihosseini S. ***The Effects of Motion Control Shoes on Knee Joint Co-Contraction in Overweight Individuals with Flat Feet.*** SJRM 2022; 10(6): 1182-93. [Persian]

11-Sadeghi H, Mohseni Zonouzi F, Peeri M. ***Effects of Foot Sole on Ground Reaction Forces During Walking in Male Athletes with Flexible Flat Foot.*** SJRM 2021; 10(2): 220-33. [Persian]

12-Fasihi A, Siahkouhian M, Jafarnezhadgero A, Bolboli L, Sheikhalizade H. ***The Effect of Exhaustive Protocol on Knee Muscle Co-contraction in Healthy People and with a Pronated Foot during Running***. RJMS 2021; 28(8): 21-32. [Persian]

13-Mantashloo Z, Sadeghi H, Tazji MK. ***Comparison of Ground Reaction Forces and Muscles Electrical Activity of the Ankle during Running in Young Men with Pronation and Normal Foot***. JRUMS 2017; 16(4): 353-64. [Persian]

14-Jafarnezhadgero AA, Heshmatizadeh S. ***Lower Limb Kinematic in Low Back Pain Patients with Pronated Foot Before and after a Selected Training Protocol during Walking***. JAP 2019; 9(4): 89-99. [Persian]

15-Javdaneh N, Mozafaripour E, Javdaneh N, Kazemneya YD, Pourmahmodian P. ***Isometric Strength of Lower Extremity Muscles in Athletes with Hyperpronated Foot.*** PTJ 2014; 4(2): 90-5. [Persian]

16-Hwang R, Choi YJ. ***A Study on the Effects of Short Foot Exercise on Medial Longitudinal Arch and Balance in the Foot and Efficient Application: Literature Review***. Exer Sci 2018; 27(4): 252-9.

17-Jafarnezhadgero AA, Fatollahi A, Granacher U. ***Eight Weeks of Exercising on Sand Has Positive Effects on Biomechanics of Walking and Muscle Activities in Individuals with Pronated Feet: A Randomized Double-Blinded Controlled Trial***. Sports 2022; 10(5): 70. [Persian]

18-Karimzadeh A, Mohammadi HK, Mehravar M, Zahednejad S, Taheri N, Sadeghi M. ***The Effects of Intrinsic Foot Muscles Strengthening Exercises on Foot Kinetic Parameters in Pronated Foot Subjects during Forward Jump Landing.*** J Family Med Prim Care 2022; 11(9): 5205-10. [Persian]

[Downloaded from jssu.ssu.ac.ir on 2026-11-25]

[DOI: 10.18502/ssu.v31i4.13024]

19- Sadeghi M, Mohammadi HK, Mehravar M, Salehi R, Taheri N, Karimzadeh A. ***The Effects of Intrinsic Foot Muscles Strengthening Exercises on Knee Kinematic in Pronated Foot Subjects During Forward Jump Landing***. J Family Med Prim Care 2022;11(8):4389-94. [Persian]

20- Turgut E, Yagci G, Tunay VB. ***Hip-Focused Neuromuscular Exercise Provides Immediate Benefits in Foot Pronation and Dynamic Balance: A Sham-Controlled Cross-Over Study***. J Sport Rehabil 2021; 30(7): 1088-93.

21- Golchini A, Rahnama N, Lotfi-Foroushani M. ***Effect of Systematic Corrective Exercises on the Static and Dynamic Balance of Patients with Pronation Distortion Syndrome: A Randomized Controlled Clinical Trial Study.*** Int J Prev Med 2021; 12: 129. [Persian]

22- Fasihi A, Siahkouhian M, Jafarnezhadgero A, Bolboli L, Sheikhalizade H. ***The Effect of Exhaustive Protocol on Knee Muscle Co-contraction in Healthy People and with a Pronated Foot during Running***.JMM 2021; 23(2): 161-71. [Persian]

23- Fasihi A, Siyahkuhiyan M, Jafarnejadgru A, Bolboli L, Sheykhalizadeh H, Fasihi L. ***Comparing the Effect of Exhaustive Fatigue Protocol on Ankle Muscle Co-contraction during Walking in Healthy and with a Pronated Foot People***. HRJ 2021; 6(2): 104-14. [Persian]

24- de los Ángeles Gómez-Benítez M, Gómez-Benítez A, Ramos-Ortega J, Castillo-López JM, Bellido-Fernandez L, Munuera-Martínez PV. ***Fatigue in Children with Pronated Feet after Aerobic Exercises.*** Journal of the American Podiatric Medical Association 2021; 111(2): Article_7.

25- Pabón-Carrasco M, Castro-Méndez A, Vilar-Palomo S, Jiménez-Cebrián AM, García-Paya I, Palomo-Toucedo IC. ***Randomized Clinical Trial: The Effect of Exercise of the Intrinsic Muscle on Foot Pronation***. Int J Environ Res Public Health 2020; 17(13): 4882.

26- Jafarnezhadgero A, Ghane G, Valizadehorang A. ***Comparison of Lower Limb Muscular Activities During Three Different Running Patterns in Pronated Feet Individuals with and without Low Back Pain***. JAP 2021; 11(4): 1-18. [Persian]

27- Sánchez-Rodríguez R, Valle-Estévez S, Fraile-García PA, Martínez-Nova A, Gómez-Martín B, Escamilla-Martínez E. ***Modification of Pronated Foot Posture after a Program of Therapeutic Exercises.*** Int J Environ Res Public Health 2020; 17(22): 8406.

28- Jafarnezhadgero A, Ghane G, Valizadehorang A, Malekabadi AM. ***A Comparison of Planatar Pressure Variables During Three Differnt Running Patterns in Pronated Feet Individuals With And without Low Back Pain***. ISRAPM 2020; 11(3): 77-87. [Persian]

29- Baraz M, Farahpour N, Karimi MT, Rezaee MR. ***Assessment of Spatiotemporal Gait Parameters in Patients with Non-Specific Chronic Low Back Pain with and Without Pronated Feet***. RSR 2020; 8(15): 1-9. [Persian]

30- Jafarnezhadgero A, Heshmatizadeh S. ***Lower Limb Kinematic in Low Back Pain Patients with Pronated***

[Downloaded from jssu.ssu.ac.ir on 2026-11-25]

[DOI: 10.18502/ssu.v31i4.13024]

Foot Before and after a Selected Training Protocol during Walking. JAP 2019; 9(4): 89-99. [Persian]

31-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.*** JRUMS 2019; 18(5): 427-40. [Persian]

32-Alam F, Raza S, Moiz JA, Bhati P, Anwer S, Alghadir A. ***Effects of Selective Strengthening of Tibialis Posterior and Stretching of Iliopsoas on Navicular Drop, Dynamic Balance, and Lower Limb Muscle Activity in Pronated Feet: A Randomized Clinical Trial.*** Phys Sportsmed 2019; 47(3): 301-11. [Persian]

33-Hashemi Taklimi MA, Nobahar SR, Faezi G, Mosavi SK. ***The Comparsion of Leg Muscles Electromyography during Various Standing Positions in Pesplanus and Normal Men***. MJMS 2015; 58(8): 432-41. [Persian]

34-Menz HB, Morris ME, Lord SR. ***Foot and Ankle Characteristics Associated with Impaired Balance and Functional Ability in Older People.*** Gerontol A Biol Sci Med Sci 2005; 60(12): 1546-52.

35-Williams DS 3rd, McClay IS, Hamill J. ***Arch Structure and Injury Patterns in Runners***. Clin Biomech 2001; 16(4): 341-7.

36-Cote KP, Brunet ME, Gansneder BM, Shultz SJ. ***Effects of Pronated and Supinated Foot Postures on Static and Dynamic Postural Stability.*** J Athl Train 2005; 40(1): 41-6.

37-Ghorbanloo F, Jafarnezhadgero A, Valizadeh orang A. ***The Effect of Corrective Exercises Using Thera-Band on Components of Ground Reaction Force in Boy Students with Genu Valgum during Running: A Clinical Trial Study***. JRUMS 2020; 19(7): 661-76. [Persian]

38-Alavi Mehr SM, Jafarnezhadgero A, Majlesi M. ***The Immediate Effect of Medical Insole on Loading Rate, Impulse, and Free Moment in Male Children with Flat Foot: A clinical trial***. JRUMS 2018; 17(1): 27-38. [Persian]

39-Gordon E, Graham E, Joseph H, Gary K, Saunders W, Et al. ***Research Methods in Biomechanics***. 2ed. Library of Congress Cataloging-in-Publication Data; 2013: 317-36.

40-Milner CE, Davis IS, Hamill J. ***Free Moment as a Predictor of Tibial Stress Fracture In Distance Runners***. JB 2006; 39(15): 2819-25.

41-Winter DA. ***Overall Principle of Lower Limb Support during Stance Phase of Gait***. J Biomecanices 1980; 13(11): 923-7.

42-Fasihi A, Siahkouhian M, Sheikhalizade H, Jafarnezhadgero A. ***Effect of Fatigue at the Heart Rate Deflection Point on the Frequency Components of Ground Reaction Forces during Walking in Individuals with Pronated Feet***. SJRM 2020; 9(2): 228-38. [Persian]

43-Hunt AE, Smith RM. ***Mechanics and control of the flat versus normal foot during the stance phase of walking.*** Clin Biomech 2004; 19(4): 391-7.

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

45-Lim BW, Hinman RS, Wrigley TV, Sharma L, Bennell KL. ***Does Knee Malalignment Mediate the***

[Downloaded from jssu.ssu.ac.ir on 2026-11-25]

[DOI: 10.18502/ssu.v31i4.13024]

Effects of Quadriceps Strengthening on Knee Adduction Moment, Pain, and Function in Medial Knee Osteoarthritis? A Randomized Controlled Trial. Arthritis Rheum 2008; 59(7): 943-51.

46-Ghorbanlou F, Jaafarnejad A, Fatollahi A. ***Effects of Corrective Exercise Protocol Utilizing A TheraBand on Muscle Activity During Running in Individuals With Genu Valgum.*** SJRM 2021; 10(5): 1052-65. [Persian]

47-Hewett TE, Myer GD, Ford KR, Heidt Jr RS, Colosimo AJ, McLean SG, et al. ***Biomechanical Measures of Neuromuscular Control and Valgus Loading of the Knee Predict Anterior Cruciate Ligament Injury Risk in Female Athletes: A Prospective Study.*** Am J Sports Med 2005; 33(4): 492-501.

[Downloaded from jssu.ssu.ac.ir on 2026-11-25]

[DOI: 10.18502/ssu.v31i4.13024]

Journal of Shahid Sadoughi University of Medical Sciences
Vol 31| Nov 4 | July 2023

Received: 29 Nov 2022
Accepted: 6 Feb 2023

Effect of Sports Training on Body Mechanics during Transitional Movements in Individuals with Foot Pronation: Literature from 2019-2022

Ebrahim Piri[1], AmirAli Jafarnezhadgero[*2], Hamed Ebrahimpour[1], Ali Nasri[2]

Review Article

Introduction: Pronated foot, as one of the common foot abnormalities can affect the biomechanics of the lower extremity. The purpose of the present study was to investigate the scientific research related to the application of various exercise protocols on foot pronation complications, as well as to make favorable summary and provide more appropriate information from previous research. In this study, the search for articles in Persian and Latin languages in 2019-2022 was carried out on WOS, Magiran, PubMed, Springer databases, and Google Scholar. The number of 52 related articles was selected based on the inclusion and exclusion criteria. After another review on these papers, 18 articles that evaluated the effects of training protocols on body mechanics in individuals with pronated feet were selected.

Conclusion: It seems that performing exercise to improve balance, strengthening the quadriceps muscles, and not change the lower extremity joints angles during activity has been effective. Therefore, it is suggested that rehabilitation professionals consider reinforcement activities in the process of recovering pronated using the principles and science practice.

Keywords: Foot pronation, Sport training, Electromyography, Ground reaction force.

Citation: Piri E, Jafarnezhadgero A.A, Ebrahimpour H, Nasri A. **Effect of Sports Training on Body Mechanics during Transitional Movements in Individuals with Foot Pronation: Literature from 2019-2022**. J Shahid Sadoughi Uni Med Sci 2023; 31(4): 6544-60.

[Downloaded from jssu.ssu.ac.ir on 2026-11-25]

[DOI: 10.18502/ssu.v31i4.13024]

[1]Department of Sports Physiology, Faculty of Educational Sciences and Psychology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.
[2]Department of Sports Biomechanics, Faculty of Educational Sciences and Psychology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.
***Corresponding author: Tel:** 09105146214**, email:** amiralijafarnezhad@gmail.com